

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ruang Lingkup Irigasi Defisit

Pertanian beririgasi memberikan kontribusi yang besar terhadap ketahanan pangan, memproduksi hampir 40 % komoditas pangan dan pertanian pada 17 % lahan pertanian. Pertanian beririgasi menggunakan lebih dari 70 % air yang diambil dari sungai alami, di negara-negara berkembang proporsinya melebihi 80 % (FAO,2000 dalam Rosadi., 2012).

Penggunaan air untuk pertanian, industri dan perkotaan di dunia meliputi 3240 km³ per tahun. Dengan adanya peningkatan penduduk di perkotaan dan berkembangnya industri, menambah permintaan alokasi air bersih. Pada tahun 2000 diperkirakan penggunaan air untuk pertanian menurun dari 68,9 % menjadi 62,7 % dan penggunaan air untuk industri dan perkotaan meningkat dari 27,5 % menjadi 32,2 %. Sehingga persaingan antara berbagai bidang akan menjadi lebih berat terutama pada bidang pertanian (Kirda, 1999, dalam Rosadi,2012).

Ruang lingkup untuk pengembangan irigasi lebih lanjut untuk memenuhi kebutuhan pangan ditahun mendatang, bagaimanapun, sangat dibatasi oleh menurunnya sumberdaya air. Sedangkan pada skala global, sumberdaya air masih cukup, kekurangan air yang serius berkembang di daerah kering (*arid*) dan *semi-arid* karena sumberdaya airnya sudah dieksploitasi sepenuhnya. Berdasarkan

uraian di atas, jelaslah bahwa air menjadi sangat terbatas, oleh karena itu budidaya pertanian dengan penggunaan air yang tidak terkontrol harus diubah. Pemberian air pada tanaman haruslah benar-benar efektif dan efisien, yaitu diberikan hanya jika diperlukan yaitu irigasi defisit.

Irigasi defisit (*Deficit Irrigation*, DI) merupakan teknologi baru di bidang irigasi yang membiarkan tanaman mengalami cekaman air namun tidak mempengaruhi hasil atau produksi tanaman. Dengan irigasi defisit penggunaan air atau disebut juga produktifitas air tanaman akan semakin tinggi (Rosadi, 2012).

2.2 Pengaruh Irigasi Defisit(*Water Stress*) Terhadap Kualitas Tanaman.

Menurut Mirabad, dkk. (2013) dampak tingkat *water stress* pada parameter pertumbuhan, hasil dan kandungan padatan terlarutbelewah (*Cucumis melo SP*) sangat signifikan. Dalam penelitiannya dari tiga irigasi defisit (DI) berdasarkan 60, 80 dan 100 % evapotranspirasi (ETc) tingkat irigasi defisit (*water stress*) memiliki dampak yang signifikan terhadap tinggi, jumlah daun per tanaman, luas daun, tunas berat basah dan kering, total padatan terlarutdan hasil. Akan tetapi tidak ada perbedaan yang signifikan antara 80 dan 100 % evapotranspirasi (ETc) dalam hal hasil. Ketinggian tertinggi tanaman, jumlah daun per tanaman, luas daun dan berat tajuk basah dan kering diperoleh pada 100 % evapotranspirasi (ETc). Sementara, total padatan terlarut meningkat pada irigasi defisit (*water stress*) 60 % dengan nilai total padatan terlarut tertinggi (9.3%).

Efek irigasi defisit (*water stress*) terhadap hasil melon (*Cucumis melo L*) sangat signifikan, dari hasil penelitian Rashidi dan Seyfi (2007) menunjukkan bahwa irigasi defisit (*water stress*) dapat mempengaruhi jumlah buah per tanaman dan

bobot buah. Akan tetapi tidak ada hasil yang signifikan dalam ketebalan buah. Kemudian hasil terendah diperoleh pada irigasi defisit (*water stress*) adalah irigasi defisit sebesar 70 % dari kebutuhan air $30\% \times ET_c$. Selanjutnya hasil panen tertinggi adalah pada irigasi defisit (*water stress*) sebesar 10 % dari kebutuhan $90\% \times ET_c$.

Patil, dkk. (2014) menyatakan bahwa irigasi defisit (*water stress*) memiliki pengaruh yang signifikan terhadap jumlah tanaman, bobot buah, hasil tanaman melon (*Cucumis melo L*). Irigasi defisit (*water stress*) menghasilkan jumlah padatan terlarut (kandungan gula) secara signifikan lebih tinggi. Menurut Mani (2014) irigasi defisit dapat meningkatkan total padatan terlarut pada tanaman, Namun dengan irigasi defisit, hasil dari panjang batang, total luas daun, klorofil a dan b, jumlah buah per tanaman, bobot buah serta hasil total tanaman menurun.

2.3 Tanaman Melon (*Cucumis melo L*)

Melon (*Cucumis melo L*) merupakan salah satu bahan konsumsi buah-buahan yang digemari masyarakat luas. Melon (*Cucumis melo L*) merupakan salah satu jenis tanaman hortikultura yang semakin banyak diminati petani. Berbagai varietas telah dikembangkan, jenis melon berkembang baik bentuk buah, warna kulit buah, warna daging buah, maupun aroma dan citarasanya).

2.3.1 Sifat Botani Tanaman Melon (*Cucumis melo L*)

Tanaman melon (*Cucumis melo L*) mirip sekali dengan tanaman semangka, yaitu memiliki banyak cabang pada batangnya, akan tetapi pada batang tanaman melon bulu batangnya lebih halus daripada tanaman semangka, selain itu batang tanaman melon lebih pendek daripada tanaman semangka.

a. **Daun dan Batang**

Daun pada tanaman melon (*Cucumis melo L*) lebar, berlekuk, jari-jari daun pendek, pada batang tanaman melon terdapat alat pemegang (pilin) yang berfungsi untuk memanjat. Selain itu ada jenis tanaman melon (*Cucumis melo L*) yang pada tepi daunnya bergelombang dan tidak berlekuk.

b. **Bunga**

Bunga pada tanaman melon (*Cucumis melo L*) berumah satu dan berkelamin tunggal. Bunga yang muncul pertama hingga bunga kelima biasanya bunga jantan.

c. **Buah**

Buah pada tanaman melon (*Cucumis melo L*) pada umumnya bulat, akan tetapi ada juga melon yang panjang dan tidak banyak mengandung air. Tipe buah melon (*Cucumis melo L*) ada banyak, di antaranya adalah melon (*Cucumis melo L*) berkulit hijau, kuning, dan putih kekuningan. Akan tetapi pada dasarnya ada tiga tipe buah melon (*Cucumis melo L*), yakni buah yang kulitnya berjaring (*net*), kulitnya berjaring tidak jelas, dan berkulit halus tanpa ada tanda jaring pada kulitnya. Pada semua buah melon berbiji banyak, terkumpul dalam rongga buah yang diliputi lendir. Lendir tersebut terasa manis, kenyal (keras), dan tidak banyak mengandung air.

d. **Akar**

Akar pada tanaman melon (*Cucumis melo L*) tidak berbeda jauh dengan tanaman semangka, dimana memiliki akar tunggang dan akar samping yang banyak serta agak dalam, akar samping berupa serabut yang jumlahnya banyak, kuat dan panjang.

2.3.2 Agroekologi Tanaman Melon (*Cucumis melo L*)

Tanaman melon (*Cucumis melo L*) dapat tumbuh lebih baik di dataran menengah dan suhunya agak dingin, yaitu ketinggian tempat pada kisaran antara 300-1000 m di atas permukaan laut. Pada dataran yang rendah yang elevansinya kurang dari 300 m di atas permukaan laut buah melon akan berukuran lebih kecil dan dagingnya agak kering (kurang berair). Tanaman melon akan tumbuh dengan baik pada jenis tanah andosol atau tanah berpasir dimana tanah ini memiliki nilai pH 6-7.

Tanaman melon (*Cucumis melo L*) tidak tumbuh dengan baik bila ditanam pada iklim kering, dan tanaman melon (*Cucumis melo L*) tidak toleran terhadap tanah asam (pH rendah). Tanaman melon (*Cucumis melo L*) akan tumbuh kerdil apabila pH rendah, dan tanah dengan kondisi aerasi yang kurang baik maka tanaman melon akan tumbuh kurang baik. Sinar matahari yang diperlukan oleh tanaman melon (*Cucumis melo L*) cukup dengan penyinaran 70% (Sunarjono, 2013).

2.3.3 Hama dan Penyakit Tanaman Melon (*Cucumis melo L*)

Pada umumnya hama yang mengancam tanaman (*Cucumis melo L*) adalah kutu kuning (*Myzus persicae*), dimana kutu ini menyerang daun melon sehingga bergulung ke bawah, terutama pada saat musim kemarau. Kutu kuning merupakan

vektor virus mosaik yang paling ditakuti oleh para petani. Selain kutu kuning hama yang mengancam adalah kutu hijau (*Aphis gossypii*), dan oteng-oteng (*Epilachna*sp.).

Penyakit yang menjadi penghambat usaha petani melon adalah penyakit layu (*Erwinia tracheiphila*) dan busuk leher akar (*Fusarium oxysporum*). Kedua penyakit ini apabila keadaan aerasi sekitar tanaman tidak baik. Kemudian penyakit yang menyerang tanaman melon (*Cucumis melo L*) adalah mildew tepung (*Erysiphe cicharacearum*), mildew embun (*Pseudoperospora cubensis*) serta bercak buah (*Colletrotrichum lagenarium*) dimana penyakit ini menyerang tanaman pada suhu udara dingin dan dalam keadaan lembab (Sunarjono, 2013).

2.4 Budidaya Tanaman Melon dengan Sistem Irigasi Tetes

Pada tahun 2005 dan 2006, sebuah penelitian telah dilakukan untuk mengetahui sistem irigasi tetes bawah permukaan dan irigasi tetes permukaan, dan untuk menentukan air irigasi yang optimal. Dari hasil penelitian Dogan, dkk. (2008) menyatakan bahwa, jumlah air irigasi yang optimal untuk sistem irigasi tetes bawah permukaan dan permukaan yaitu 345 dan 377 mm. sedangkan pada tahun 2006 untuk sistem irigasi yang sama jumlah air irigasi yang optimal ternyata 379 dan 451 mm.

Jumlah irigasi yang optimal dari sistem irigasi tetes bawah permukaan sebesar 83% dan sistem irigasi tetes permukaan sebesar 92 %. Pada penelitian ini perlakuan irigasi defisit dapat meningkatkan nilai kandungan padatan terlarut (kandungan gula) akan lebih tinggi. Nilai EC (*Electrical Conductivity*) yang baik

untuk tanaman melon sebesar 2,3-5,4 mS/cm, dan nilai pH yang baik adalah 5,5-6,9 (Mani, 2014).

2.5 Evapotranspirasi

Evapotranspirasi (ET) merupakan total kehilangan air melalui evaporasi dari permukaan lahan dan proses transpirasi dari permukaan tanaman.

Evapotranspirasi bisa dianggap sama dengan kebutuhan air tanaman (CWR) karena kebutuhan air tanaman untuk memenuhi evapotranspirasi >99% (Rosadi,2012). Menurut Hansen,dkk. (1992) beberapa faktor yang mempengaruhi evapotranspirasi yaitu temperatur, panjang musim tanaman, presipitasi,pemberian air, dan faktor lainnya.

Untuk mengetahui faktor – faktor yang mempengaruhi besarnya evapotranspirasi, maka evapotranspirasi dibedakan menjadi evapotranspirasi standar (ET_o), evapotranspirasi tanaman dibawah kondisi standar (ET_c), dan evapotranspirasi tanaman di bawah kondisi non-standar (ET_{c adj}) (Rosadi,2012).

2.5.1 Evapotranspirasi Standar (ET_o)

Menurut Rosadi (2012), evapotranspirasi standar (ET_o) merupakan laju evapotranspirasi dari permukaan acuan yang tidak kekurangan air. Ciri dari evapotranspirasi standar (ET_o) yaitu hanya dipengaruhi oleh parameter – parameter iklim sehingga dapat dihitung dengan menggunakan data cuaca.

Evapotranspirasi standar (ET_o) dapat dilihat pada proses evaporasi oleh kekuatan atmosfer pada lokasi yang spesifik waktu yang panjang tanpa mempertimbangkan faktor karakteristik tanah dan tanaman.

Tabel 1. Nilai ETo Rata-rata pada Berbagai Daerah Agroklimat yang Berbeda.

Wilayah	Temperatur rata – rata harian (⁰ C)		
	Dingin -10	Moderate 20	Hangat 30
Tropis dan subtropis			
a. Humid dan sub-humid	2-3	3-5	5-7
b. Arid dan semi-arid	2-4	4-6	6-8
Daerah Temperate			
a. Humid dan sub-humid	1-2	2-4	4-7
b. Arid dan semi-arid	1-3	4-7	6-9

Sumber : Allen, dkk. 1998, dalam Rosadi,(2012)

2.5.2 Evapotranspirasi Tanaman dibawah Kondisi Standar (ETc)

Evapotranspirasi tanaman dibawah kondisi standar (ETc) adalah evapotranspirasi dari tanaman yang bebas penyakit, pupuknya cukup, tumbuh di areal luas, di bawah kondisi air yang optimum, dan mencapai produksi maksimal di bawah kondisi iklim tertentu.

Untuk menduga laju evapotranspirasi dari tanaman standar dapat digunakan beberapa metode, salah satu yang sering digunakan adalah metode Penman-Monteith. Metode Penman-Monteith digunakan untuk mencari evapotranspirasi tanaman dengan cara menghitung data iklim yang diintegrasikan secara langsung dengan faktor – faktor resistensi tanaman, albedo, dan resistensi udara (Rosadi,2012).

2.5.3 Evapotranspirasi Tanaman di bawah Kondisi non-Standar (ETc adj)

Evapotranspirasi tanaman di bawah kondisi non-standar (ETc adj) adalah evapotranspirasi dari tanaman yang tumbuh dibawah kondisi lingkungan dan pengelolaan yang berbeda dengan kondisi standar.

ET_{cadj} dapat dihitung dengan menggunakan atau menyesuaikan koefisien cekaman (K_s) untuk berbagai cekaman dan hambatan lingkungan terhadap evapotranspirasi tanaman (Rosadi,2012).

2.6 Leaf Water Potential (LWP)

Leaf water potential (LWP) atau potensial air daun adalah salah satu dari status fisiologis tanaman yang dapat digunakan untuk mengetahui kebutuhan air tanaman atau untuk mengukur defisit air dalam jaringan daun. Besarnya potensial air daun sangat berpengaruh terhadap kondisi fisiologis tanaman yaitu memperlambat atau berhentinya proses fotosintesis. Semakin tinggi nilai potensial air tanaman maka pertumbuhan tanaman akan terganggu, bahkan dapat menyebabkan kematian pada tanaman (PMS Instrumen Company, 2015). Menurut Stone (1975), nilai *leaf water potential*(LWP) dipengaruhi oleh beberapa faktor lingkungan seperti faktor kelembaban udara, kecepatan angin, ketersediaan air tanah, suhu udara dan suhu tanah. Namun ketersediaan air tanah merupakan faktor utama terhadap besarnya nilai potensial air daun. Pengukuran *Leaf water potential* (LWP), konduktansi stomata dan transpirasi diambil pada tunas seluruhnya terkena langsung radiasi matahari atau tunas benar-benar di bawah naungan pada saat pengukuran.

2.7 Relatif Water Content (RWC)

Relatif Water Content (RWC) atau kadar air relatif adalah perkiraan yang tepat untuk status air tanaman dalam hal hidrasi seluler di bawah pengaruh dari potensial air daun. Kadar air daun banyak digunakan untuk mengukur kekurangan air pada jaringan daun. Menurut Hayatu (2014), untuk mengetahui

nilai dari kadar air relatif daun dapat dilakukan dengan menggunakan metode penimbangan berat daun. Dalam keadaan segar, daun yang telah dipotong dari tangkainya ditimbang untuk mendapatkan berat daun segar. Setelah itu daun direndam didalam kotak es (10^0 C) selama 4 jam untuk mendapatkan berat turgid. Daun dalam keadaan berat turgid dikeringkan dengan menggunakan oven pada suhu 800 C selama 24 jam untuk mendapatkan berat daun kering. Meskipun sederhana, teknik ini perlu disesuaikan untuk setiap tanaman. Penyesuaian terutama terkait dengan panjang periode tanam dan kondisi lingkungan, yang dibutuhkan untuk mendapatkan berat turgid. Dalam penelitian Yamasaki dan Dillenburg (1999), efek cahaya, suhu dan posisi daun, selama imbibisi, mempengaruhi status air tanaman. Tanaman yang berdaun sempit memerlukan waktu yang lebih lama dari tanaman berdaun lebar dalam proses masuknya air pada tanaman. Selain itu, daun yang berkembang di bawah kondisi kekeringan memerlukan periode masuknya air ke daun yang lebih lama daripada yang berkembang di bawah kondisi ketersediaan air yang tinggi. Secara umum untuk mendapatkan nilai kadar air daun relatif dapat menggunakan rumus dari Hayatu, dkk. (2014):

$$RWC (\%) = \left[\frac{(FW-DW)}{(TW-DW)} \right] \times 100\% \dots \dots \dots (1)$$

Dimana, FW adalah berat basah daun (gram), TW adalah berat turgid daun (gram), dan DW adalah berat kering daun (gram)

2.8 Pressure Chamber

Pressure chamber merupakan alat yang digunakan untuk mengetahui potensial air daun. Tekanan udara yang ada pada *Pressure chamber* tipe *Pump-Up Chamber*

dihasilkan dari instrumen yang dipompa secara manual. *Pressure chamber* tipe *Pump-Up Chamber* dapat digunakan untuk penjadwalan irigasi, terutama untuk mengelola irigasi defisit. *Pressure chamber* tipe *Pump-Up Chamber* dapat menghitung tekanan hingga 20 bar (1 bar = 14,5 Psi).

Cara melakukan pengukuran:

1. Memotong daun dari tanaman yang akan diuji.
2. Melepaskan *chamber pins*.
3. Melepaskan tutup *chamber*. Batang daun dimasukan melalui lubang ditengah tutup *chamber* hingga terlihat sedikit menonjol.
4. Memutar *Compression Gland Screw* searah jarum jam agar batang daun terhimpit erat.
5. Memasukan daun ke dalam ruang tekanan pada *pressure chamber* dan pasang kembali tutup *chamber*.
6. Memasang *chamber pins*.
7. Memompa *pressure chamber* untuk mengisi udara pada ruang tekanan. Setiap pemompaan akan meningkatkan tekanan sebesar 7 Psi atau ½ Bar.
8. Menghentikan pemompaan ketika ujung batang mengeluarkan gelembung air.
9. Menekan *Pressure Relief Valve* untuk mengosongkan udara di ruang tekanan.



Gambar 1. *Pressure Chamber*.
(PMS Instrumen Company, 2015)

2.9 Sistem Irigasi Tetes

Irigasi sangatlah penting bagi pertumbuhan tanaman. Secara umum, irigasi merupakan penambahan air untuk mengatasi kekurangan kadar air dalam tanah yang dapat dimanfaatkan oleh tanaman. Menurut Hansen, dkk. (1992), irigasi didefinisikan sebagai penggunaan air pada tanah untuk keperluan penyediaan cairan yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman.

Dalam melakukan irigasi dapat dilakukan dengan berbagai macam cara pengairan. Pada dasarnya semua sistem irigasi mempunyai tujuan yang sama, tetapi dalam penerapannya harus menyesuaikan dengan keadaan lingkungan dan kebutuhan tanaman akan air. Kebutuhan tanaman akan air berbeda – beda. Pertumbuhan tanaman akan terhambat, jika jumlah air irigasi tidak sesuai dengan jumlah yang dibutuhkan tanaman. Jumlah air irigasi terlalu rendah akan membuat tanaman tercekam dan dapat menghambat laju pertumbuhan tinggi tanaman. Sebaliknya, apabila jumlah air irigasi terlalu tinggi maka dapat mengakibatkan genangan di

sekitar tanaman yang membuat tanaman rentan terserang hama dan penyakit (Mechram, 2006).

Menurut Lingga (2002), sistem irigasi tetes sangat cocok untuk diterapkan pada tanaman hidroponik seperti paprika, terong, cabe, tomat, kailan, dll.

2.9.1 Macam-macam Sistem Irigasi Tetes

Terdapat dua jenis perletakan sistem irigasi tetes yaitu sistem irigasi permukaan (surface irrigation) dan sistem irigasi bawah permukaan (sub-surface irrigation).

a. Sistem Irigasi Tetes Permukaan (*Surface Drip Irrigation System*)

Cara yang digunakan pada sistem irigasi permukaan yaitu dengan meneteskan air ke permukaan tanah melalui pipa lateral yang diletakkan di permukaan tanah.

Keuntungan yang diperoleh jika menggunakan sistem ini yaitu sistem yang mudah dipasang, mudah dalam melakukan kontrol sistem, dan mudah dalam membersihkan penetesnya (emmitter). Pada umumnya, kapasitas penetes lebih kecil dari 8 liter/jam untuk keluaran tunggal pada pembasahan titik dan lebih kecil dari 12 liter/jam untuk pembasahan garis.

b. Sistem Irigasi Tetes Bawah Permukaan (*Sub-surface Drip Irrigation System*).

Cara yang digunakan pada sistem irigasi ini yaitu dengan meneteskan air pada zona perakaran melalui pipa lateral yang dikubur di dalam tanah. Kelemahan dalam sistem irigasi ini yaitu sering tersumbatnya emmitter akibat tersumbat oleh tanah. Oleh karena itu, sistem irigasi bawah permukaan lebih banyak digunakan pada kebun dengan budidaya tanaman buah kecil atau sayuran (Lingga, 2005).

2.9.2 Komponen Sistem Irigasi Tetes

Dalam membangun instalasi sistem irigasi tetes diperlukan beberapa komponen di antaranya yaitu emmiter, pipa lateral, pipa utama, bangunan utama, dan filter.

Emmiter (penetes) berfungsi untuk menurunkan tekanan air dan menyalurkan air dengan jumlah tertentu.

Pipa utama berfungsi sebagai pembawa air dari bangunan utama menuju pipa lateral. Bangunan utama merupakan inti dari sistem irigasi tetes yang berfungsi sebagai tempat melakukan kegiatan mengukur, menyaring, mengatur kandungan kimiawi serta waktu penggunaannya. Didalam bangunan utama terdapat pompa, katub pengatur tekanan debit, katup pengatur aliran, alat pengukur jumlah aliran, alat pengukur tekanan, pengendalian pada waktu operasi, dan perangkat injeksi kimiawi. Sedangkan filter dibutuhkan sebagai pengendali agar nutrisi yang terbawa oleh air tidak melebihi ukuran lubang diameter dari penetes (Lingga, 2005).

2.9.3 Keuntungan dan Kelemahan Sistem Irigasi Tetes

Menurut Lingga (2005), sistem irigasi tetes mempunyai beberapa keuntungan seperti yang dilaporkan oleh Norters Region Agricultural Engineering Service (NRAES) tahun 1980 diantaranya :

1. Tanaman dapat memperoleh air sesuai kebutuhan.
2. Daun tidak basah sehingga mengurangi serangan cendawan.
3. Biaya operasi dan pemeliharaan relatif rendah karena otomatisasi penuh.
4. Pengelolaan lahan atau tanaman dapat terus berlangsung selama irigasi karena hanya sekitar tanaman yang memperoleh pembasmian.

5. Distribusi pupuk berlangsung di sekitar zona tanaman saja sehingga penggunaannya efisien.
6. Tidak terjadi kehilangan air akibat aliran permukaan maupun angin.

Kelemahan dari metode irigasi tetes adalah sebagai berikut:

- a. Memerlukan perawatan yang intensif untuk mengurangi resiko penyumbatan pada penetes.
- b. Resiko terjadinya penumpukan garam bila air yang digunakan mengandung garam yang tinggi.
- c. Resiko terjadinya kekurangan air bila perhitungan kebutuhan air kurang cermat sehingga dapat membatasi pertumbuhan tanaman.
- d. Mahalnya biaya untuk membuat instalasi sistem irigasi tetes.