

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sejarah Tanaman Kopi

Pada abad ke-19, minuman kopi sangat populer di seluruh dunia dan mulai menjadi gaya hidup masyarakat. Bahkan di Amerika, kopi menjadi minuman tradisional yang tepat untuk berbincang-bincang di pagi hari, siang hari, dan malam hari. Pada tahun 1700-an, tanaman kopi mulai dibudidayakan di Indonesia. Tanaman kopi jenis arabika merupakan tanaman kopi yang pertama kali dibudidayakan di Indonesia, khususnya pulau jawa. Namun pada tahun 1896, penyakit karat daun (*coffee leaf rust*) yang ditemukan di Srilangka menyerang dan mengakibatkan penurunan produktivitas tanaman kopi. Penyakit karat daun tersebut disebabkan oleh cendawan *Hemileia Vastatrik*. Setelah itu, tanaman kopi jenis liberika didatangkan untuk menggantikan tanaman kopi jenis arabika (Panggabean, 2011). Menurut AAK (1988), tanaman kopi jenis liberika tidak resisten terhadap *Hemileia Vastatrik* sehingga memiliki produktivitas yang lebih rendah dari tanaman kopi jenis arabika. Bahkan produksi tanaman kopi jenis liberika yang diperdagangkan secara internasional tidak mencapai 1 % dari jumlah kopi seluruhnya. Pada tahun 1900-an, kopi jenis Robusta mulai dibudidayakan untuk menggantikan jenis tanaman kopi sebelumnya. Di Pulau Jawa, tanaman kopi jenis Robusta dapat tumbuh dengan baik dan lebih resisten terhadap serangan *Hemileia Vastatrik*.

2.2 Kopi Robusta

Kopi Robusta dan kopi Arabika merupakan jenis tanaman kopi yang ditanam di Indonesia. Di Indonesia, kopi Robusta dan kopi Arabika ditanam di perkebunan rakyat. Kopi Robusta mempunyai persyaratan tumbuh yang berbeda dengan kopi Arabika. Kopi Robusta sangat cocok ditanam pada dataran rendah dengan ketinggian 300 – 600 dpl, sedangkan kopi Arabika cocok ditanam pada dataran yang lebih tinggi. Penanaman kopi Robusta pada dataran yang lebih tinggi dapat mengganggu pertumbuhan tanaman dan menyebabkan penurunan produktifitas hasil pertanian (Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian. 2008).

Tabel 1. Persyaratan Kondisi Iklim dan Tanah yang Optimum untuk Kopi Robusta dan Kopi Arabika

Syarat Tumbuh	Kopi Robusta	Kopi arabika
Iklim		
Tinggi tempat	300 - 600 m dpl (diatas permukaan laut)	700 -1.400 m dpl (diatas permukaan laut)
Suhu udara harian	24 - 30°C	15 - 24°C
Curah hujan rata-rata	1.500-3.000 mm/tahun	2.000-4.000 mm/tahun
Jumlah bulan kering	1-3 bulan/tahun	1 - 3 bulan/tahun
Tanah		
pH tanah	5,5 - 6,5	5,3 - 6,0
Kandungan bahan organik	minimal 2%	minimal 2%
Kedalaman tanah efektif	> 100 cm	>100 cm
Kemiringan tanah	40%	40%

Sumber: Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian (2008)

2.3 Kebutuhan Air Tanaman

Air dibutuhkan oleh tanaman untuk melakukan proses pencernaan, fotosintesis, transportasi mineral, dukungan struktural, pertumbuhan, dan transpirasi.

Transpirasi merupakan salah satu proses pemindahan air dari dalam tanah menuju atmosfer melalui stomata tanaman. Selain transpirasi, proses penguapan langsung dari permukaan tanah dan permukaan air bebas dinamakan evaporasi. Kedua proses tersebut sulit dipisahkan sehingga dikombinasikan menjadi proses yang dinamakan evapotranspirasi.

Kebutuhan air tanaman digunakan untuk melakukan 1% proses pencernaan, fotosintesis, transportasi mineral, dukungan struktural, pertumbuhan, dan 99% proses evapotranspirasi. Sehingga kebutuhan air tanaman dapat diasumsikan sebagai proses evapotranspirasi (James, 1998).

1. Evaporasi

Evaporasi dipengaruhi oleh faktor lamanya penyinaran matahari, udara yang bertiup (angin), kelembaban udara, dan lain-lain. Terdapat beberapa metode untuk menghitung besarnya evaporasi, di antaranya adalah metode panci evaporasi. Panci evaporasi dapat digunakan untuk melakukan pengukuran terhadap pengaruh angin, radiasi, suhu, dan kelembaban udara.

2. Transpirasi

Transpirasi merupakan suatu proses pada peristiwa uap air meninggalkan tubuh tanaman dan memasuki atmosfer. Penurunan kandungan air tanah mengakibatkan laju transpirasi aktual menurun dan menutupnya stomata tanaman. Penurunan transpirasi aktual antara kapasitas lapang (FC) dan kandungan air tanah kritis (θ_c) menunjukkan bahwa air lebih tersedia

dibandingkan dengan penurunan transpirasi aktual antara kandungan air tanah kritis (θ_c) dengan titik layu permanen (PWP) (Rosadi, 2012).

3. Evapotranspirasi

Evapotranspirasi (ET) merupakan gabungan antara proses evaporasi dan transpirasi karena kedua proses tersebut berlangsung sekaligus.

Evapotranspirasi sering dianggap sama dengan kebutuhan air tanaman karena kebutuhan air untuk memenuhi kebutuhan evapotranspirasi lebih dari 99%.

Evapotranspirasi dapat dibedakan menjadi evapotranspirasi potensial (ET_p) dan evapotranspirasi aktual (ET_a). Evapotranspirasi potensial (ET_p) merupakan evapotranspirasi yang terjadi pada kondisi air tersedia berlebihan. Evapotranspirasi potensial (ET_p) menggambarkan laju maksimum kehilangan air suatu pertanaman yang ditentukan oleh faktor iklim (meteorologi). Sedangkan evapotranspirasi aktual (ET_a) merupakan evapotranspirasi yang terjadi pada kondisi air tersedia terbatas.

Evapotranspirasi aktual (ET_a) ditentukan oleh faktor iklim, kondisi tanah, dan sifat tanaman.

Evapotranspirasi aktual (ET_a) dikenal juga sebagai evapotranspirasi tanaman (ET_c). Evapotranspirasi tanaman (ET_c) merupakan kebutuhan air oleh tanaman. Evapotranspirasi tanaman (ET_c) dapat diprediksi dengan menghitung evapotranspirasi tanaman acuan (ET_o) dikalikan dengan koefisien pertumbuhan tanaman (K_c) (James, 1998).

2.4 Air Tanah Tersedia (AW) dan Air Tanah Segera Tersedia (RAW)

Air tanah tersedia adalah kadar air tanah yang berada antara kapasitas lapang (FC) dan titik layu permanen (PWP). Sedangkan air tanah segera tersedia (RAW) adalah air tanah tersedia yang dapat dimanfaatkan oleh tanaman untuk memenuhi kebutuhan airnya tanpa mengalami gangguan secara fisiologis. Kandungan air tanah segera tersedia berada antara kapasitas lapang (FC) dan kandungan air tanah kritis (θ_c). Tanaman menunjukkan hasil dan kualitas yang tinggi apabila kandungan air tanah berada antara FC dan θ_c dari pada antara θ_c dan PWP.

Air tanah tersedia dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 1:

$$AW = FC - PWP \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan

AW : Air tanah tersedia (%)

FC : Kapasitas lapang (%)

PWP : Titik layu permanen (%)

Air tanah segera tersedia dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2:

$$RAW = FC - \theta_c \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan

RAW : Air tanah segera tersedia (%)

FC : Kapasitas lapang (%)

θ_c : Kandungan air tanah kritis (%)

(James , 1988)

2.5 Fraksi Penipisan (p) dan Defisiensi Maksimum yang Dbolehkan (MAD)

Fraksi penipisan adalah persentase jumlah air yang hilang karena proses evapotranspirasi. Fraksi penipisan (p) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 3:

$$p = (FC - \theta) / AW \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan

p : Fraksi penipisan

FC : Kapasitas lapang (%)

θ : Kandungan air tanah fraksi penipisan (%)

AW : Air tanah tersedia (%)

James (1988) menyatakan bahwa, untuk menduga jumlah air yang dapat digunakan tanpa pengaruh yang merugikan tanaman dapat menggunakan konsep defisiensi maksimum yang dbolehkan (MAD). MAD dapat dihitung menggunakan persamaan 4:

$$MAD = RAW / AW \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan

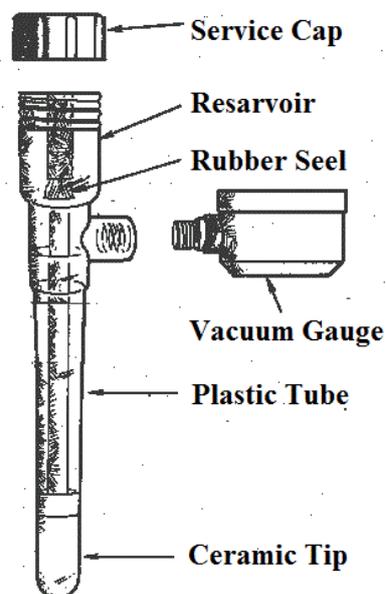
MAD : Defisiensi maksimum yang dbolehkan

RAW : Air tanah segera tersedia (%)

AW : Air tanah tersedia (%)

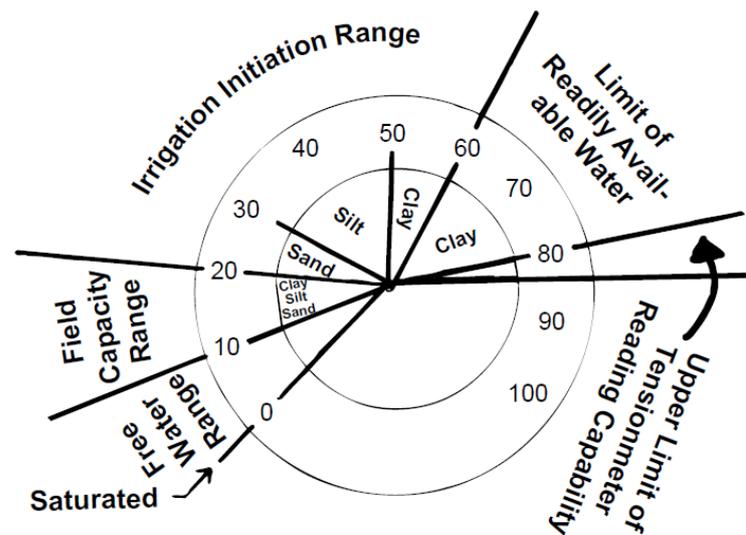
2.6 Tensiometer

Tensiometer merupakan alat yang dapat digunakan dalam melakukan penjadwalan irigasi. Tensiometer digunakan untuk mengetahui kadar air tanah dengan mengukur ketegangan air tanah. Pembacaan *pressure gauge* pada tensiometer dapat digunakan untuk memastikan jumlah air yang dibutuhkan oleh tanaman. Ketegangan air tanah diukur dalam satuan centibars pada pembacaan *pressure gauge*. Tanah dalam kondisi basah pada saat *pressure gauge* menunjukkan pembacaan 0 centibars dan tanah menunjukkan kondisi semakin kering hingga *pressure gauge* menunjukkan pembacaan 100 centibars (Ministry of Agriculture and Lands, 2006).



(Anonim², 2015)

Gambar 1. Tensiometer



(Alam dan Rogers, 1997)

Gambar 2. Interpretasi Pembacaan Tensiometer

2.7 *Relative Water Content (RWC) daun*

Relative water content (RWC) daun atau kadar air relatif daun merupakan ukuran yang digunakan untuk menunjukkan status air tanaman akibat konsekuensi dari terjadinya kekurangan air. Kadar air relatif didapatkan dari hasil pengukuran kadar air yang terdapat pada jaringan daun. Kadar air daun telah banyak digunakan untuk mengukur kekurangan air pada jaringan daun. Menurut Hayatu dkk. (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 di dalam kotak es (10 °C) selama 4 jam untuk mendapatkan berat turgid. Daun dalam keadaan berat turgid dikeringkan dengan menggunakan oven pada suhu 80 °C selama 24 jam untuk mendapatkan

berat daun kering. Dalam hal ini, untuk mendapatkan nilai kadar air daun relatif dapat digunakan menggunakan persamaan 5:

$$RWC (\%) = \frac{FW-DW}{TW-DW} \times 100\% \dots\dots\dots(5)$$

Keterangan:

FW : Berat basah daun (g)

TW : Berat turgid daun (g)

DW : Berat kering daun (g)

2.8 Leaf Water Potential (LWP)

Leaf water potential (LWP) atau potensial air daun dapat digunakan untuk mengetahui kebutuhan air tanaman akibat adanya interaksi tanaman dengan lingkungan. Besarnya potensial air daun sangat berpengaruh terhadap kondisi fisiologis tanaman seperti memperlambat atau berhentinya proses fotosintesis. Semakin tinggi nilai potensial air tanaman maka tanaman akan terganggu pertumbuhannya bahkan dapat menyebabkan kematian pada tanaman (PMS Instrumen Company, 2015).

LWP menurut Boyer (1967) dalam Suhandy dkk. (2006), dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 6:

$$\Psi_L = \Psi_S - P \dots\dots\dots(6)$$

Keterangan:

Ψ_L : *Leaf water potential* (MPa)

Ψ_S : Potensial osmotik getah *xilem* (MPa)

P : Tekanan hidrostatik *xilem* (MPa)

Menurut Stone (1975), nilai potensial air daun di pengaruhi oleh beberapa faktor lingkungan seperti faktor kelembaban udara, kecepatan angin, ketersediaan air tanah, suhu udara, dan suhu tanah. Ketersediaan air tanah merupakan faktor utama terhadap besarnya nilai potensial air daun.

2.9 *Infrared Thermometer*

Infrared thermometer merupakan alat yang dapat digunakan untuk mengukur suhu suatu objek tanpa menyentuh objek tersebut. Prinsip kerja *infrared thermometer* yaitu mengukur pantulan cahaya inframerah dari benda apapun yang memiliki suhu di atas nol mutlak (-273,15 °C). Benda yang dapat diukur menggunakan *infrared thermometer* di antaranya yaitu es batu, salju, daun, pohon, dan rumput. Prinsip kerja *infrared thermometer* yaitu, mengumpulkan energi dalam jumlah rendah (biasanya 0,0001 watt) dari target yang akan diukur suhunya, lalu dikonversi ke dalam output tegangan. Setelah itu, CPU pada *infrared thermometer* menampilkan data tersebut ke dalam pembacaan suhu digital (SciGene Corporation, 2015) .



Gambar 3. *Infrared Thermometer*

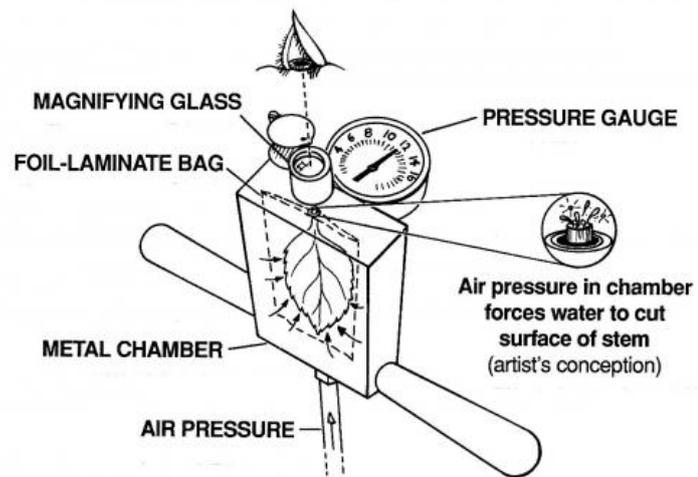
2.10 Pressure Chamber

Pressure chamber merupakan alat yang digunakan untuk mengetahui potensial air daun. *Pressure chamber* tipe *Pump-Up Chamber* adalah salah satu jenis *Pressure chamber* yang tidak memerlukan sumber gas terkompresi di dalam ruang bertekannya. Tekanan udara yang ada pada *Pressure chamber* tipe *Pump-Up Chamber* dihasilkan dari instrument 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 = 0,1 MPa).



www.pmsinstrument.com

Gambar 4. *Pressure Chamber*



www.pmsinstrument.com

Gambar 5. Konsep Kerja *Pressure Chamber*

(PMS Instrumen Company, 2015)