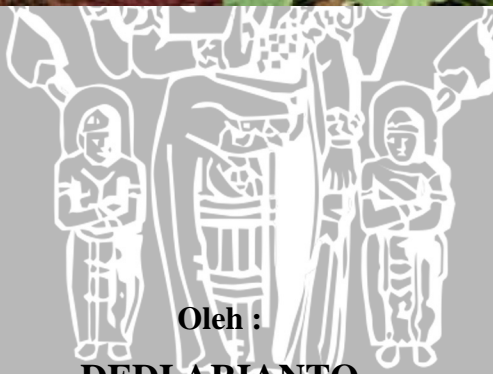


**PENGARUH METODE PEMBERIAN AIR
MENGUNAKAN SISTEM IRIGASI TETES (*Drip Irrigation*)
TERHADAP PERTUMBUHAN TANAMAN TOMAT
(*Lycopersicon esculentum*)**



Oleh :

DEDI ARIANTO
NIM. 0410643004 – 64



**DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
MALANG
2009**

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan YME, atas segala rahmat dan kasih-Nya, sehingga skripsi yang berjudul “ **Pengaruh Metode Pemberian Air Menggunakan Irigasi Tetes (*Drip Irrigation*) Terhadap Pertumbuhan Tanaman Tomat (*Lycopersicon esculentum*)** “ dapat terselesaikan dengan baik.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah banyak membantu dalam penyelesaian skripsi ini, khususnya penulis sampaikan kepada :

1. Orang tua dan keluarga, yang selalu memberikan doa restu dan motivasi untuk meraih cita – cita.
2. Ibu Ir. Rini Wahyu Sayekti, MS., selaku Ketua Jurusan Teknik Pengairan dan selaku Dosen Pembimbing I, yang telah banyak memberikan bimbingan dan masukan dalam penyusunan skripsi ini.
3. Bapak Ir. Bambang Rahadi Widiatmono, MS., selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak memberikan bimbingan dan masukan dalam penyusunan skripsi ini.
4. Bapak Ir. M. Janu Ismoyo, MT., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Pengairan
5. Keluarga Bapak Wahyudi, yang telah membantu dan membimbing selama penulis berada di Malang.
6. Teman-teman Pengairan'2004, MJ-selatan'09, TEP'2004, MCBC dan semua pihak yang telah memberikan dukungan, semangat serta doa dalam penyelesaian skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, untuk itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak untuk kesempurnaan skripsi ini. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Malang, 22 Juli 2009

Penulis

RINGKASAN

DEDI ARIANTO, NIM. 0410643004, Jurusan Teknik Pengairan, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Juli 2009, *Pengaruh Metode Pemberian Air Menggunakan Sistem Irigasi Tetes (Drip Irrigation) Terhadap Pertumbuhan Tanaman Tomat (Lycopersicon esculentum)*, Dosen Pembimbing : Ir. Rini Wahyu Sayekti, MS. dan Ir Bambang Rahadi Widiatmono, MS.

Berkembangnya metode-metode pemberian air untuk tanaman memberikan berbagai alternatif untuk memilih metode yang tepat bagi lahan yang tersedia. Salah satu metode yang terus dikembangkan sampai saat ini adalah sistem irigasi tetes. Sistem irigasi tetes merupakan salah satu sistem irigasi dimana air diberikan terus menerus ke zona perakaran tanaman melalui penetes (*emitter*) yang dipasang pada interval tertentu sepanjang pipa (*drip tubes*) yang diletakkan di atas permukaan lahan. Sistem irigasi tetes merupakan salah satu alternatif yang efisien karena dapat memperlambat penguapan dan membantu dalam pertumbuhan tanaman.

Skripsi ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh metode pemberian air terhadap pertumbuhan dan hasil produksi tanaman tomat. Mengetahui kebutuhan air tanaman tomat pada setiap fase pertumbuhan. Mengetahui nilai efisiensi air terhadap hasil produksi tanaman.

Penelitian dilakukan pada rumah kaca, yaitu tanpa curah hujan tetapi cukup sinar matahari dan udara. Penanaman dilakukan pada polybag. Media tanah yang dipakai adalah tanah campuran antara tanah lempung dengan tanah organik dengan perbandingan 1:1. Rancangan percobaan yang digunakan dalam analisa hasil adalah Rancangan Acak Kelompok yang disusun secara faktorial. Faktor pertama adalah volume pemberian air (E), yang terdiri dari 75% ETc (E_1), 100% ETc (E_2), dan 120% ETc (E_3). Faktor kedua adalah periode pemberian air (T) yang terdiri dari satu harian (T_1) dan tiga harian (T_2). Faktor ketiga adalah kelompok (pengulangan), yang terdiri dari masa tanam 1 (U_1), masa tanam 2 (U_2), dan masa tanam 3 (U_3).

Berdasarkan hasil penelitian, metode pemberian air dengan perlakuan E_3T_2 menunjukkan hasil maksimal dengan rata-rata tinggi tanaman yaitu 78,11 cm, rata-rata jumlah bunga sebanyak 28,67 buah, rata-rata jumlah buah sebanyak 18.89 buah, dan rata-rata berat hasil produksi pada panen I, yaitu 225.689 gram/pohon.

Perlakuan E_3T_2 , dengan pemberian air yang melebihi kebutuhan air tanaman (120%ETc) dan memiliki nilai efisiensi pemakaian air lebih dari satu (1,095) dapat menghasilkan pertumbuhan dan hasil produksi tomat yang maksimal.

Kata Kunci: *Irigasi Tetes, Tomat, Efisiensi Pemakaian Air*

DAFTAR ISI

PENGANTAR	i
RINGKASAN	ii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Identifikasi Masalah	2
1.3. Rumusan Masalah	2
1.4. Batasan Masalah	2
1.5. Tujuan dan Manfaat	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Tanaman Tomat (<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill)	4
2.1.1. Taksonomi Tanaman Tomat	4
2.1.1.1. Submarga Eulycopersicon	4
2.1.1.2. Submarga Eriopersicon	4
2.1.2. Morfologi Tanaman Tomat	5
2.1.2.1. Batang (<i>Caulis</i>) dan Cabang (<i>Stolon</i>)	5
2.1.2.2. Daun (<i>Folium</i>)	6
2.1.2.3. Bunga (<i>Flos</i>)	6
2.1.2.4. Buah	7
2.1.2.5. Biji	8
2.1.3. Jenis dan Varietas	8
2.1.4. Persyaratan Tumbuh Tanaman Tomat	9
2.1.4.1. Tanah	9
2.1.4.2. Iklim	10
2.1.5. Proses Penanaman Tomat	12
2.1.5.1. Pemilihan Varietas	12

2.1.5.2. Pembibitan	13
2.1.5.3. Waktu Tanam	14
2.1.5.4. Penyiapan Lahan	14
2.1.5.5. Cara Tanam	14
2.1.5.6. Penyiangan	15
2.1.5.7. Pemupukan	15
2.1.5.8. Pengelolaan Air	15
2.1.5.9. Penggunaan Tomat	16
2.2. Sistem Irigasi Tetes (<i>Drip Irrigation</i>)	16
2.2.1. Metode Pemberian Air Pada Irigasi Tetes	19
2.2.2. Komponen Irigasi Tetes	19
2.3. Kebutuhan Air Tanaman	23
2.4. Pengujian Kadar Air Tanah	25
2.5. Variasi Debit Emitter	26
2.6. Koefisien Keseragaman (<i>Uniform of Application</i>)	26
2.7. Rancangan Percobaan	27
2.7.1. Pengertian Rancangan Percobaan	27
2.7.2. Unsur Dasar Percobaan	27
2.7.2.1. Perlakuan (<i>treatment</i>)	27
2.7.2.2. Ulangan (<i>replication</i>)	27
2.7.2.3. Pengaturan atau Pembatasan Lokal (<i>local control</i>)	27
2.7.3. Persyaratan Rancangan Percobaan	27
2.7.4. Klasifikasi Rancangan Percobaan	28
2.7.4.1. Berdasarkan Jumlah Faktor Yang Diteliti	28
2.7.4.2. Berdasarkan Jumlah Galat Yang Digunakan	29
2.8. Efisiensi Pemakaian Air	29

BAB III. METODE PENELITIAN

3.1. Metode Penelitian	31
3.2. Tempat dan Waktu Penelitian	31
3.3. Analisa Data	31
3.3.1. Rancangan Acak Kelompok (RAK)	32
3.3.2. Randomisasi dan Bagan Percobaan	32

3.3.3. Penataan dan Analisis Data.....	33
3.3.4. Analisis Keragaman (<i>analysis of variance</i>).....	34
3.3.5. Uji Jarak Duncan.....	35
3.4. Parameter Penelitian.....	35
3.5. Peralatan dan Bahan Yang Digunakan.....	37
3.5.1. Bahan	37
3.5.2. Peralatan.....	37
3.6. Prosedur Penelitian.....	39
3.7. Diagram Alir Penelitian	41

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Kadar Air Tanah dan Keseragaman Media Tanam.....	43
4.2. Kebutuhan Air Tanaman.....	45
4.3. Variasi Debit Emitter dan Keseragaman Aliran Emitter	48
4.3.1. Variasi Debit Emitter.....	49
4.3.2. Koefisien Keseragaman Aliran Emitter.....	50
4.4. Pertumbuhan Tinggi Tanaman.....	51
4.5. Jumlah Bunga.....	55
4.6. Jumlah Buah.....	59
4.7. Berat Buah Hasil Panen I.....	62
4.8. Efisiensi Pemakaian Air.....	64
4.9. Aplikasi Lapang.....	66

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan	71
5.2. Saran.....	72

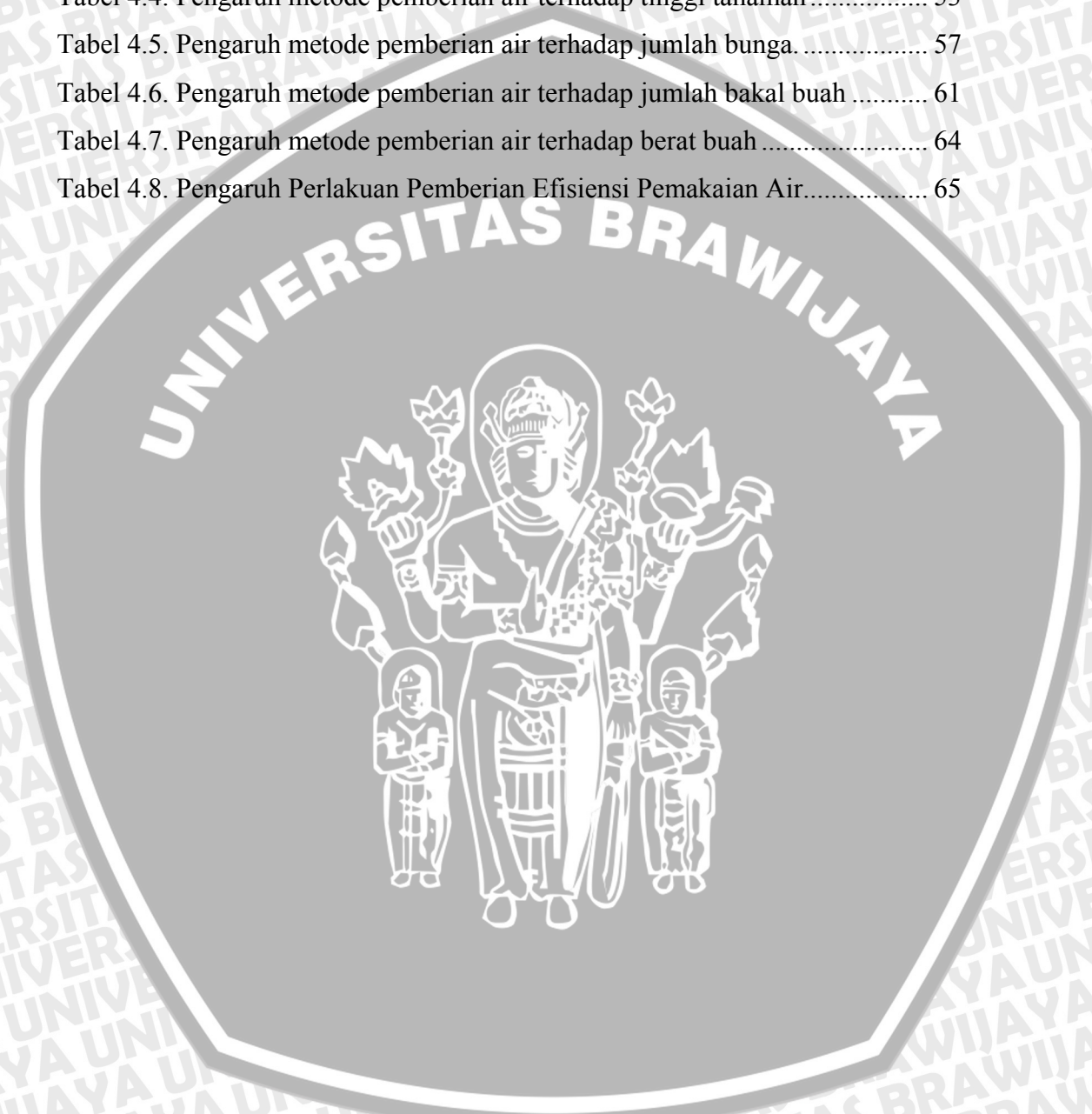
DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Persyaratan iklim dan tanah untuk beberapa tanaman.....	11
Tabel 2.2. Periode kritis stres air tanah untuk beberapa jenis tanaman.....	12
Tabel 3.1. Kombinasi perlakuan pemberian air	32
Tabel 3.2. Analisis data rancangan acak kelompok (RAK).....	33

Tabel 3.3. Analisis sidik ragam rancangan acak kelompok (RAK).....	34
Tabel 4.1. Keseragaman Media Tanam	44
Tabel 4.2. Variasi Debit Emitter (q_{var}).....	49
Tabel 4.3. Koefisien Keseragaman Aliran Emitter (CU).....	51
Tabel 4.4. Pengaruh metode pemberian air terhadap tinggi tanaman	53
Tabel 4.5. Pengaruh metode pemberian air terhadap jumlah bunga.....	57
Tabel 4.6. Pengaruh metode pemberian air terhadap jumlah bakal buah	61
Tabel 4.7. Pengaruh metode pemberian air terhadap berat buah	64
Tabel 4.8. Pengaruh Perlakuan Pemberian Efisiensi Pemakaian Air.....	65

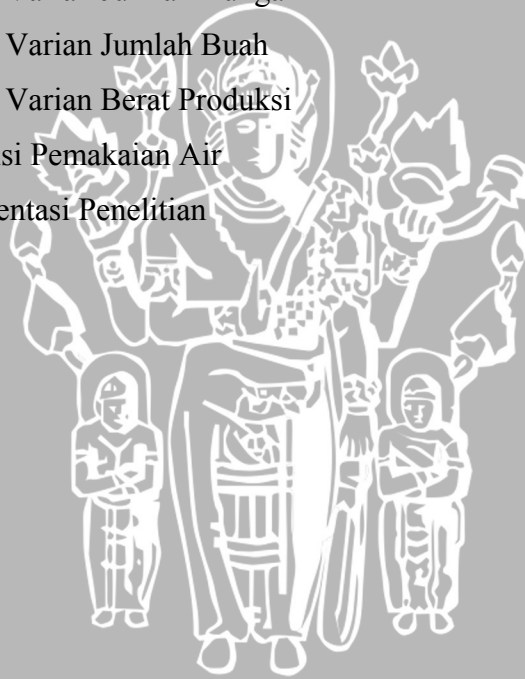


DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Daun dan bunga tomat	6
Gambar 2.2.	Buah tomat money maker	7
Gambar 2.3.	Biji Tomat yang masih berlendir dimasukkan dalam botol berisi air	8
Gambar 2.4.	Biji tomat yang telah dicuci bersih diangin-anginkan sampai kering	8
Gambar 2.5.	Pesemaian tomat pada kantong kecil	13
Gambar 2.6.	Komponen irigasi tetes	20
Gambar 2.7.	Berbagai variasi tata-letak sistem irigasi tetes	20
Gambar 2.8.	Unit utama	21
Gambar 2.9.	Penyambungan pipa pembagi – pipa utama	21
Gambar 2.10.	Pipa <i>polyethylene</i> (PE)	22
Gambar 2.11.	Berbagai jenis <i>emitter</i>	22
Gambar 3.1.	Ukuran Polybag	37
Gambar 3.2.	Emitter jenis <i>pot dripper</i>	38
Gambar 3.3.	Skema jaringan irigasi	38
Gambar 3.4.	Diagram Alir Penelitian	42
Gambar 4.1.	Grafik Kebutuhan Air Tanaman	48
Gambar 4.2.	Grafik pengaruh metode pemberian air terhadap tinggi tanaman	55
Gambar 4.3.	Grafik pengaruh metode pemberian air terhadap jumlah bunga	58
Gambar 4.4.	Grafik pengaruh metode pemberian air terhadap jumlah buah	62
Gambar 4.5.	Grafik pengaruh metode pemberian air terhadap berat buah	64
Gambar 4.6	Layout Jaringan Irigasi Tetes	67
Gambar 4.7	Detail Lateral	69

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Data Hasil Pengamatan
- Lampiran 2. Kadar air tanah dan keseragaman media tanam
- Lampiran 3. Tabel Hubungan nilai W dan suhu rata-rata (t).
- Lampiran 4. Tabel Besaran Angka Angot (Ra) dalam mm/hari
- Lampiran 5. Tabel Hubungan besaran Rs dengan Ra dan n/N
- Lampiran 6. Besaran Angka Koreksi (c) dan Koefisien tanaman (Kc)
- Lampiran 7. Kebutuhan Air Tanaman dan Volume Pemberian Air
- Lampiran 8. Variasi Debit Emitter dan Keseragaman Aliran Emitter
- Lampiran 9. Analisa Varian Tinggi Tanaman
- Lampiran 10. Analisa Varian Jumlah Bunga
- Lampiran 11. Analisa Varian Jumlah Buah
- Lampiran 12. Analisa Varian Berat Produksi
- Lampiran 13. Effisiensi Pemakaian Air
- Lampiran 14. Dokumentasi Penelitian



BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Air di dalam tanah merupakan salah satu hal yang paling penting pada produksi tanaman. Keberhasilan sistem penanaman akan tercapai apabila di atur jumlah pemberian airnya. Air di dalam pertumbuhan tanaman akan diperlukan sebagai media transportasi hara dari dalam tanah ke seluruh bagian tanaman. Kelebihan dan kekurangan air akan menghambat pertumbuhan dan mempengaruhi produksi tanaman.

Pertanian dengan menyesuaikan karakteristik iklim khususnya jumlah curah hujan, hari hujan dan penyebarannya yang dilaksanakan belakangan ini umumnya kurang efektif dan efisien, karena intensitas, frekuensi dan durasi anomali iklim cenderung meningkat. Untuk dapat mencukupi kebutuhan air pada fase pertumbuhan tanaman, sehingga dapat menyesuaikan antara waktu panen dan permintaan pasar, maka pelaksanaan pengelolaan air melalui irigasi sangat dibutuhkan khususnya untuk memenuhi kebutuhan air di musim kemarau atau di luar musim.

Berkembangnya metode-metode pemberian air untuk tanaman memberikan berbagai alternatif untuk memilih metode yang tepat bagi lahan yang tersedia. Metode-metode tersebut menawarkan berbagai macam keuntungan disamping juga terdapat beberapa kelemahannya. Prastowo (2008), menyatakan bahwa metode pemberian air irigasi dapat dikelompokkan menjadi metode irigasi bawah permukaan, irigasi permukaan, *sprinkler* dan irigasi tetes.

Metode yang terus dikembangkan sampai saat ini adalah sistem irigasi tetes (*Drip Irrigation system*). Sistem irigasi tetes merupakan salah satu sistem irigasi dimana air diberikan terus menerus ke zona perakaran tanaman melalui penetes (*emitter*) yang dipasang pada interval tertentu sepanjang pipa (*drip tubes*) yang diletakkan di atas permukaan lahan.

1.2. Identifikasi Masalah

Pengelolaan air sangat dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan air dimusim kemarau atau di luar musim. Sistem irigasi tetes merupakan salah satu alternatif yang efisien karena dapat memperlambat penguapan dan membantu dalam pertumbuhan tanaman. Tetapi, pertanian menggunakan sistem irigasi tetes masih belum memasyarakat, hal ini disebabkan dalam perencanaan sistem irigasi tetes membutuhkan biaya yang mahal.

Tanaman yang digunakan dalam penelitian adalah tanaman tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill), mengingat tomat merupakan salah satu komoditas hortikultura yang bernilai ekonomi tinggi dan masih memerlukan penanganan serius, terutama dalam hal peningkatan hasilnya dan kualitas buahnya.

1.3. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian di atas, maka permasalahan dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Apa pengaruh volume pemberian air dan periode pemberian air terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman?
2. Berapa kebutuhan air yang dibutuhkan pada setiap fase pertumbuhan tanaman tomat?
3. Berapakah efisiensi pemakaian air per tanaman?

1.4. Batasan Masalah

Penelitian difokuskan pada efisiensi fungsional sistem irigasi tetes dengan batasan – batasan sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan di dalam rumah kaca dan penanaman menggunakan polybag.
2. Sistem irigasi tetes menggunakan jaringan pipa dengan penetes menggunakan emitter jenis *noncompensating* tipe terpasang (*screw on*) atau *pot dripper*, dengan debit 2 liter/jam.
3. Tanaman yang ditanam adalah tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill) varietas permata.

4. Pembibitan dilakukan terpisah, tanpa ada perlakuan khusus pemberian air dan pembibitan dilakukan berdasarkan jadwal pemindahan tanaman ke media polybag.
5. Rancangan percobaan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang disusun secara faktorial
6. Metode pemberian air berdasarkan kebutuhan air tanaman (*Etc*) dan periode pemberian air dengan 6 (enam) jenis perlakuan.
7. Parameter yang digunakan adalah agronomi tanaman, produksi tanaman dan efisiensi pemakaian air.
8. Pengamatan agronomi tanaman dilakukan pada fase vegetatif (0-40 HST), generatif (40-80 HST) sampai dengan panen I (80 HST). Waktu tanam dihitung mulai dari penanaman di media polybag (bibit umur 20 hari).
9. Pemupukan pada tanaman dilakukan pada umur tanam 15 HST dan 30 HST, menggunakan pupuk urea dan KCl dengan dosis sesuai dengan pola usaha tani
10. Tidak membahas analisa ekonomi.

1.5. Tujuan dan Manfaat

Tujuan diadakannya penelitian antara lain:

1. Mengetahui pengaruh metode pemberian air terhadap pertumbuhan dan hasil produksi tanaman.
2. Mengetahui perbedaan hasil pertumbuhan dan produksi tanaman pada setiap perlakuan pemberian air.
3. Mengetahui efisiensi pemakaian air per tanaman pada sistem irigasi tetes (*drip irrigation*).

Manfaat dari penelitian ini untuk mengetahui metode pemberian air yang tepat sehingga dapat menghasilkan pertumbuhan dan hasil produksi tanaman tomat (*Lycopersicon esculentum Mill*) yang maksimal, menggunakan sistem irigasi tetes.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 . Tanaman Tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill)

Tomat termasuk tanaman sayuran dalam famili Solanaceae. Tanaman tomat termasuk tanaman semusim yang berumur sekitar 4 bulan. Produksi tomat lebih kurang 2 – 13 ton tiap hektar, tergantung pada varietas dan kesuburan tanaman.

2.1.1. Taksonomi Tanaman Tomat

Tanaman tomat termasuk famili Solanaceae atau *nightshade* dan marga (*genus*) *Lycopersicon* atau *Lycopersicum* yang terdiri dari beberapa jenis (*species*). Marga tanaman tomat dibagi dalam dua submarga (*subgenus*).

2.1.1.1. Submarga Eulycopersicon

Submarga Eulycopersicon mempunyai buah berwarna merah dan enak dimakan. Submarga tomat ini terdiri atas dua jenis, yakni:

a. *Lycopersicum esculentum* Mill

Jenis ini banyak ditanam dan buahnya enak dimakan, terdiri dari beberapa varietas.

b. *Lycopersicum pimpinellifolium* Mill

Tomat ini disebut tomat anggur (*currant tomato*), karena buahnya kecil-kecil dan terletak dalam rangkaian buah seperti buah anggur. Buah beruang dua, berbiji halus, dan tidak berbulu. Garis tengah buah lebih kurang 1 cm dan dalam satu rangkaian terdapat 10 – 40 buah. Buahnya berwarna merah, enak dimakan meskipun terlalu kecil, dan sering ditanam sebagai tanaman hias. Batang tanaman langsing, berbulu lunak, dan lemah, sehingga untuk tegaknya diperlukan anjir (lanjaran). Bentuk daun bulat telur.

2.1.1.2. Submarga Eriopersicon

Submarga Eriopersicon mempunyai buah berwarna hijau dan terdiri dari empat jenis, yaitu:

- Lycopersicon cheesmanii* Riley
- Lycopersicon glandulosum* C.H. Muller
- Lycopersicon hirsutum* Humb. & Bonpl

d. *Lycopersicon peruvianum* Mill

Dalam taksonomi tumbuhan, kedudukan tanaman tomat diklasifikasikan menurut sistematika sebagai berikut:

- Divisi : Spermatophyta (Tumbuhan berbiji)
Anak divisi : Angiospermae (Tumbuhan berbiji tertutup)
Kelas : Dicotyledonae (Tumbuhan berbiji belah atau berkeping dua)
Ordo (bangsa) : Solanales (Tubiflorae)
Famili (suku) : Solanaceae
Genus (marga) : *Lycopersicon* (*Lycopersicum*)
Species(jenis) : *Lycopersicon esculentum* Mill.

2.1.2 . Morfologi Tanaman Tomat

Tanaman tomat merupakan tanaman semusim (*annual*) yang berbentuk herba dengan ketinggian antara 70 – 200 cm, tergantung varietasnya. Pada waktu masih rendah tanaman dapat berdiri tegak, tetapi setelah tumbuh tinggi dapat dan keluar cabang-cabang yang menyebar, sehingga tidak dapat menahan beratnya, tanaman roboh dan tumbuh menjalar.

Morfologi tanaman tomat secara umum terdiri atas batang, daun, bunga, buah dan biji.

2.1.2.1. Batang (*Caulis*) dan Cabang (*Stolon*)

Batang memiliki peranan yang penting dalam proses pertumbuhan tanaman tomat. Fungsi dari batang adalah mendukung bagian tumbuhan di atasnya yaitu daun, bunga dan buah dan mendistribusikan air dan zat-zat makanan dari bawah ke atas dan jalan pengangkutan hasil- hasil asimilasi dari atas ke bawah.

Batang dan daun tanaman tomat berbulu kasar, mempunyai kelenjar yang dapat mengeluarkan bau kuat yang khas. Percabangan batang bagian bawah bertipe *monopodial*, atau batang pokok masih kelihatan jelas dan lebih besar daripada cabangnya. Adapun batang bagian atas percabangannya bertipe *simpodial*, atau batang pokok sukar ditentukan, karena perkembangan cabangnya lebih baik daripada batang.

Jenis batang pada tanaman tomat adalah batang berkayu (*lignosus*) yaitu batang keras dan kuat karena terdiri atas kayu. Batang utama tomat tegak lurus dan kokoh, pada setiap ketiak daun akan tumbuh tunas baru, namun tunas-tunas

ini harus dibuang sampai batang utama menghasilkan cabang primer yang membentuk dua batang yang sama besarnya berbentuk huruf “Y”, dan tunas-tunas lateral yang tumbuh pada kedua batang di atas cabang primer juga harus dibuang, sehingga batang yang dipelihara adalah dua batang utama yang tumbuh dari cabang primer.

2.1.2.2. Daun (*Folium*)

Daun terletak dalam spiral yang teratur dengan *phyllotaxy*, dan merupakan daun majemuk yang menyirip gasal (*imparipinnatus*). Pada tanaman tomat varietas *grandifolium*, panjang daun antara 15 cm – 30 cm, dan lebar daun antara 10 cm – 25 cm, dengan tangkai daun sepanjang 3 cm – 6 cm. Jumlah sirip daun besar antara 7 – 9 yang letaknya berhadapan atau bergantian, sedikit menggulung, dengan panjang antara 5 cm – 10 cm, serta bergerigi tidak teratur. Di antara sirip besar ada sirip kecil. Selain itu, sirip besar ada yang bersirip lagi atau bersirip ganda (*bipinnatus*).



Gambar 2.1. Daun dan bunga tomat
Sumber: Pracaya (1998:15)

2.1.2.3. Bunga (*Flos*)

Rangkaian bunga (bunga majemuk) terdiri dari 4 sampai 14 bunga. Rangkaian bunga terletak di antara buku, pada ruas, atau di ujung batang atau cabang. Bunga tomat merupakan bunga banci (*hermaphrodite*) dengan garis tengah ± 2 cm. Mahkota bunga berjumlah enam, bagian pangkalnya membentuk tabung pendek sepanjang ± 1 cm, berwarna kuning. Benang sari berjumlah enam, bertangkai pendek dengan kepala sepanjang ± 5 mm, dan berwarna kuning cerah. Benang sari mengelilingi putik bunga. Kelopak bunga berjumlah enam dengan ujung kelopak runcing, dan panjang ± 1 cm. Letak bunga menggantung.

Bunga tomat melakukan penyerbukan sendiri atau bersilang. Penyerbukan bersilang dibantu oleh lebah dan lebih banyak terjadi di daerah tropis daripada di

daerah beriklim sedang. Tepung sari yang telah melekat pada kepala putik pertumbuhannya lambat. Adapun pembuahan terjadi \pm 50 jam setelah penyerbukan. Penyerbukan dan pembuahan yang terbaik berlangsung pada temperature \pm 21°C.

2.1.2.4. Buah

Buah tomat adalah *buni* (beri) berdaging, permukaannya agak berbulu ketika masih muda, tetapi halus ketika matang. Buah sebagian besar kultivar berbentuk bundar, bentuk lain adalah memanjang, plum, dan lir-pir. Pada beberapa kultivar, cuping daun buah (*lobe*) terlihat jelas, suatu tanda bahwa buah memiliki banyak bakal buah. Warna buah matang, biasanya merata, adalah merah, merah jambu, jingga muda, jingga, kuning, atau tidak berwarna. Warna merah disebabkan oleh pigmentasi likopen, warna kuning disebabkan oleh karotenoid. Warna pertengahan disebabkan oleh perbedaan nisbah pigmen ini dalam kombinasi dengan warna kulit buah.

Tomat umumnya matang pada 35-60 hari setelah *antesis*. Suhu ambang berpengaruh terhadap laju pematangan buah. Prosedur derajat hari biasa digunakan oleh sejumlah petani untuk menjadwalkan periode penanaman dan pemanenan, dan paling sering digunakan untuk penjadwalan produksi tomat untuk pengolahan.

Suhu optimum untuk pematangan buah dan perkembangan warna adalah antara 20°C dan 24°C. Pada suhu yang sesuai, warna merah (*likopen*) terbentuk selama pematangan tanpa cahaya, namun cahaya mempercepat perkembangan dan intensitas warna. Pada suhu yang lebih rendah dari 13°C, pematangan buah tidak baik dan berlangsung lambat, pada suhu 10°C pematangan terhenti dan dapat terjadi kerusakan akibat suhu dingin. Pada suhu lebih dari 32°C atau kurang dari 10°C, sintesis likopen lebih terhambat dibandingkan *karotenoid* lain.



Gambar 2.2. Buah tomat money maker
Sumber: Pracaya (1998: 17)

2.1.2.5. Biji

Biji tomat berukuran kecil, dengan lebar 2 mm – 4 mm dan panjang 3 mm – 5 mm. Biji berbentuk seperti ginjal, ringan, berbulu, dan berwarna cokelat muda. Setiap gram berisi antara 200 – 500 biji, tergantung varietasnya. Embrio bengkok terletak di dalam endosperm. Biji yang telah kering dan disimpan di dalam kaleng atau tempat yang kedap udara dan dingin, daya kecambahnya dapat bertahan selama 3 – 4 tahun. Biji berkecambah setelah ditanam 5 – 10 hari, keping terangkat ke atas (*tipe epigenal*), langsing memanjang, dan berwarna hijau.



Gambar 2.3. Biji Tomat yang masih berlendir dimasukkan dalam botol berisi air
Sumber: Pracaya (1998: 27)



Gambar 2.4. Biji tomat yang telah dicuci bersih diangin-anginkan sampai kering
Sumber: Pracaya (1998: 27)

2.1.3. Jenis dan Varietas

Varietas tanaman tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill) yang banyak dijumpai di pasaran antara lain:

1. Tomat Ratna
2. Tomat Permata

Tomat jenis permata dapat ditanam di dataran rendah atau tinggi, tahan terhadap penyakit layu tetapi tidak tahan penyakit busuk daun, terutama pada waktu banyak hujan. Pertumbuhan pohon determinate, tinggi sekitar 45 cm – 70 cm.

3. Luxor
4. Scorpio
5. Grosse Lisse
6. Marmande
7. Tropis
8. Sun Ray
9. Precious
10. Kingkong
11. Super Intan
12. Roma
13. Tomat Cherry Pink

2.1.4. Persyaratan Tumbuh Tanaman Tomat

Faktor penting yang harus diperhatikan dalam menentukan kesesuaian syarat tumbuh tanaman tomat adalah keadaan iklim dan keadaan tanah.

2.1.4.1. Tanah

Tanaman tomat dapat ditanam di segala jenis tanah, mulai tanah pasir sampai tanah lempung berpasir yang subur, gembur, banyak mengandung bahan organik serta unsur hara dan mudah merembeskan air. Selain itu akar tanaman tomat rentan terhadap kekurangan oksigen, oleh karena itu air tidak boleh tergenang. Tanah dengan derajat keasaman (pH) berkisar 5,5-7,0 sangat cocok untuk budidaya tomat. Dalam pembudidayaan tanaman tomat, sebaiknya dipilih lokasi yang topografi tanahnya datar, sehingga tidak perlu dibuat teras-teras dan tanggul.

Tanaman tomat dapat tumbuh di berbagai ketinggian tempat, baik di dataran tinggi maupun di dataran rendah, tergantung varietasnya. Tanaman tomat yang sesuai untuk ditanam di dataran tinggi misalnya varietas berlian, varietas mutiara, varietas kada. Sedangkan varietas yang sesuai ditanam di dataran rendah misalnya varietas intan, varietas ratna, varietas berlian, varietas LV, varietas CLN. Selain itu, ada varietas tanaman tomat yang cocok ditanam di dataran rendah maupun di dataran tinggi antara lain varietas tomat GH 2, varietas tomat GH 4, varietas berlian, varietas mutiara.

2.1.4.2. Iklim

Curah hujan yang sesuai untuk pertumbuhan tanaman tomat adalah 750 mm-1.250 mm/tahun. Keadaan ini berhubungan erat dengan ketersediaan air tanah bagi tanaman, terutama di daerah yang tidak terdapat irigasi teknis. Curah hujan yang tinggi (banyak hujan) juga dapat menghambat persarian.

a. Suhu

Suhu udara rata-rata harian yang optimal untuk pertumbuhan tanaman tomat adalah suhu siang hari 18° - 29° C dan pada malam hari 10° - 20° C.

Kelembaban relatif yang tinggi sekitar 25% akan merangsang pertumbuhan untuk tanaman tomat yang masih muda karena asimilasi CO_2 menjadi lebih baik melalui stomata yang membuka lebih banyak. Tetapi, kelembaban relatif yang tinggi juga merangsang mikro organisme pengganggu tanaman.



Tabel 2.1. Persyaratan iklim dan tanah untuk beberapa tanaman

Tanaman	Musim tumbuh (hari)	Suhu (°C)	Panjang hari pembungaan	Persyaratan khusus klimatik	Persyaratan khusus tanah
Pisang	300-365	25-30 15-35	Netral	Peka thd frost; suhu <8°C yg lama merusak tanaman; memerlukan RH tinggi angin < 4m/det	Dalam; tekstur lempung; drainase baik; pH= 5 - 7; tanpa air menggenang
Kapri dryseed	65-100 85-120	15-18 10-23	Netral	Agak toleran frost ketika masih muda	Drainase dan aerasinya bagus pH 5.5-6.5
Lombok	120-150	18-23 15-27	Pendek Netral	Peka thd frost.	Tekstur ringan medium; pH 5.5-7
Nanas	365	22-26 18-30	Pendek	Peka thd frost; memerlukan RH tinggi; kualitas buah dipengaruhi oleh suhu udara.	Lempung berpasir dengan kandungan kapur rendah; pH 4.5-6.5
Kedelai	100-130	20-25 18-30	Panjang	Peka thd frost; beberapa varietas memerlukan suhu >24°C untuk berbunga	Drainase dan aerasinya bagus kecuali tanah pasir; pH 6-6.5
Tomat	90-140	18-25 15-28	Netral	Peka thd frost; RH tinggi, angin kencang suhu malam yang optimum 10-20°C	Lempung ringan, drainase bagus tanpa genangan air pH 5.0-7.0
Semangka	80-110	22-30 18-35	Netral	Peka thd frost	Senang lempung berpasir, pH 5.8-7.2

Sumber: Doorenbos dan Pruitt (1977)

b. Kebutuhan air tanaman.

Jumlah air yang digunakan oleh tanaman tomat bergantung pada kondisi iklim, sistem pengelolaan tanaman dan lama periode tumbuh. *Doorenbos dan Pruitt (1977)* menyatakan bahwa kebutuhan air pada tanaman tomat berkisar 300–600 mm selama masa pertumbuhan tomat.

Kebutuhan air pada budidaya tanaman tomat tidak terlalu banyak, namun tidak boleh kekurangan air. Pemberian air yang berlebihan pada areal tanaman tomat dapat menyebabkan tanaman tomat tumbuh memanjang, tidak mampu menyerap unsur-unsur hara dan mudah terserang penyakit. Kelembaban tanah yang tinggi dapat mendorong pertumbuhan dan perkembangan patogen sehingga

tanaman tomat dapat mati keracunan karena kandungan oksigen dalam tanah berkurang.

Kekurangan air yang berkepanjangan pada pertanaman tomat dapat mengganggu pertumbuhan tanaman pada stadia awal, mengakibatkan pecah-pecah pada buah apabila kekurangan air terjadi pada stadia pembentukan hasil dan dapat menyebabkan kerontokan bunga apabila kekurangan air terjadi selama periode pembungaan (Pudjiatmoko; 2008). Fase pertumbuhan yang sangat membutuhkan air lebih banyak untuk beberapa jenis tanaman dapat dilihat pada tabel 2.2.

Tabel 2.2. Periode kritis stres air tanah untuk beberapa jenis tanaman

Jenis Tanaman	Periode kritis
Kacang beans	Periode pembungaan dan pembentukan polong > periode sebelumnya > periode pemasakan. Akan tetapi periode pembungaan > periode sebelumnya, kalau tidak pernah ada stres air sebelumnya.
Kacang kapri	Pada awal pembungaan dan pembesaran polong
Kentang	Tingkat air tanah yang tinggi, setelah pembentukan umbi, pembungaan hingga panen.
Radish	Selama periode pembesaran akar
Tomat	Pada saat bunga dibentuk dan buah membesar dengan cepat.

Sumber: Doorenbos dan Pruitt (1979)

2.1.5. Proses Penanaman Tomat

Faktor yang mempengaruhi dalam penanaman tomat dan hasil produksi tanaman tomat antara lain pemilihan varietas, pembibitan, waktu tanam, penyiapan lahan, cara penanaman, penyiangan tanaman, pemupukan dan pengelolaan air irigasi.

2.1.5.1. Pemilihan Varietas

Hal-hal yang perlu dipertimbangkan dalam pemilihan varietas antara lain:

a. Pemilihan Benih

Kriteria-kriteria teknis untuk biji/benih tanaman tomat adalah biji harus utuh, tidak cacat atau luka, karena biji yang cacat biasanya sulit tumbuh.

b. Umur Panen

Varietas yang akan ditanam harus mempunyai umur panen yang cocok dalam pola tanam pada agroekosistem yang ada. Hal ini menjadi penting untuk menghindari terjadinya pergeseran waktu tanam setelah tomat dipanen.

c. Bentuk dan ukuran buah

Bentuk dan ukuran varietas yang ditanam harus sesuai dengan permintaan pasar di daerah sekitar sehingga setelah panen tidak susah menjual hasilnya.

d. Bersifat Adaptif

Tanaman tomat dapat tumbuh pada kondisi lingkungan yang beragam. Meskipun demikian untuk memperoleh hasil yang optimum, tomat perlu ditanam di daerah yang cukup mendapat sinar matahari. Temperatur malam hari sekitar 15°-20°C sangat penting untuk pembungaan, baik untuk pertumbuhan serbuk sari maupun perkembangan buah. Temperatur harian yang cukup baik ialah 25°-30°C. Musim hujan yang panjang dapat mendorong perkembangan berbagai penyakit. Namun, pengairan yang cukup diperlukan agar tanaman tumbuh optimal.

2.1.5.2. Pembibitan

Bibit tomat dapat diperoleh dengan membuat persemaian berupa bedengan persemaian. Bedengan persemaian ini di buat membujur ke arah Utara Selatan dan di atas bedengan inilah benih tomat tersebut kita semai.

Tanah tempat menyemai harus dikerjakan baik-baik sampai menjadi gembur dan halus, kemudian dibubuhi pupuk kandang. Setelah benih disebar, lalu bedengannya disirami dan diberi atap yang menghadap ke arah Timur (miring ke barat). Di sebelah Timur tinggi atap 0,8 meter dan di sebelah Barat 0,5 meter. Selanjutnya persemaian disiram pagi hari dan sore hari kecuali hari hujan.



Gambar 2.5. Persemaian tomat pada kantong kecil
Sumber: Pracaya, 1998: 36

2.1.5.3. Waktu Tanam

Waktu yang terbaik untuk menanam tomat adalah 2 bulan sebelum berakhirnya musim penghujan, yaitu kira-kira pada bulan Maret. Dengan demikian saat berbuah akan jatuh pada musim kemarau atau diwaktu musim penghujan telah berakhir.

Tomat dapat ditanam pada tanah sawah yang pengairannya terjamin baik dalam bulan – bulan April, Mei, Juni, yaitu pada awal musim kemarau.

2.1.5.4. Penyiapan Lahan

Pengolahan tanah untuk penanaman bibit di kebun produksi harus memperhitungkan waktu, antara lain lamanya bibit di persemaian hingga dapat dipindah ditanam ke kebun dengan lamanya proses pengolahan tanah sampai siap tanam. Lamanya waktu pembibitan sekitar 30-45 hari, sedangkan lamanya pengolahan tanah yang intensif sampai siap tanam adalah 21 hari. Oleh karena itu, agar tepat waktu penanamannya di kebun, jadwal pengolahan tanahnya sebaiknya dilakukan 1-2 minggu setelah benih disemaikan.

2.1.5.5. Cara Tanam

Tomat dapat ditanam dengan 2 macam jarak tanam yaitu dengan sistem dirempel dan sistem bebas.

a. Sistem dirempel

Jarak tanam sistem ini adalah 50 cm x 50 cm atau 60 cm x 60 cm, bujur sangkar atau segitiga sama sisi. Cara menanam dengan sistem ini maksudnya yaitu tunas-tunas yang tumbuh diambil (dipotong) sedini mungkin, sehingga tanaman hanya memiliki satu batang tanpa cabang.

b. Sistem bebas

Ukuran jarak tanam sistem bebas adalah 80 cm x 100 cm; 80 cm x 80 cm; 80 cm x 100 cm; 100 cm x 100 cm. Bentuk yang digunakan dapat berupa bujur sangkar, segipanjang atau segitiga sama sisi. Selain itu dapat juga dibuat antar barisan berjarak 100 cm, dan dalam barisan berjarak 50-60 cm. Cara menanam dengan sistem ini bertujuan membiarkan tunas-tunas yang tumbuh menjadi cabang-cabang besar dan dapat berubah.

2.1.5.6. Penyiangan

Penyiangan I dilakukan setelah tanaman berumur 2 minggu, yaitu penyiangan yang dangkal saja untuk membersihkan rumput-rumputan dan

menggemburkan permukaan tanah, sehingga perakaran tanaman dapat berkembang dengan baik. Penyiangan ini harus dilakukan dengan baik dan hati-hati agar akar-akar tanaman tidak banyak yang terpotong. Bilamana banyak akar yang rusak maka batangnya dapat menjadi layu atau buah-buah yang masih muda gugur.

Penyiangan II akan dilakukan setelah tanaman berumur 1 bulan (2-3 minggu setelah penyiangan I), yaitu pada waktu tanaman tomat mulai berbunga.

2.1.5.7. Pemupukan

- Satu minggu setelah tanam, tanaman harus dipupuk dengan pupuk buatan. Pemupukan bertujuan merangsang pertumbuhan tanaman. Dosis pupuk urea dan KCl setiap tanaman antara 1 – 2 gram. Pemupukan dilakukan di sekeliling tanaman pada jarak \pm 3 cm dari batang tanaman. Kemudian, pupuk ditutup tanah dan disiram dengan air. Pupuk urea dan KCl tidak boleh mengenai tanaman karena dapat melukai tanaman. Perbandingan urea dan KCl 1 : 1.
- Pemupukan kedua dilakukan ketika tanaman berumur 2 – 3 minggu sesudah tanam berupa campuran urea dan KCl sebanyak \pm 5 g. Pemupukan dilakukan di sekeliling batang tanaman sejauh \pm 5 cm dan dalamnya \pm 1 cm. Kemudian, pupuk ditutup tanah dan disiram air.
- Pada umur 4 minggu tanaman masih kelihatan belum subur dapat dipupuk lagi dengan urea dan KCl sebanyak 7 g. Jarak pemupukan dari batang dibuat makin jauh, yaitu \pm 7 cm.

2.1.5.8. Pengelolaan Air

Air merupakan salah satu faktor pembatas produktivitas tomat bila ketersediaannya tidak sesuai dengan kebutuhan pertumbuhan tanaman yang optimal. Ada empat stadia tumbuh tanaman tomat yang sangat memerlukan air irigasi, yaitu stadia pembentukan tunas (30 hari), stadia vegetatif (20 hari), stadia pembungaan (30 hari), pembentukan buah (20 hari) dan stadia pematangan buah (30 hari). Jumlah air optimal yang dibutuhkan sekitar 300–600 mm selama pertumbuhan tomat.

2.1.5.9. Penggunaan Tomat

Buah tomat mengandung beragam nutrisi yang bermanfaat bagi kesehatan tubuh. Buah tomat bisa dimakan langsung, dibuat jus, saus tomat, dimasak, dibuat

sambal goreng, atau dibuat acar tomat. Pucuk atau daun muda bisa disayur. Buah tomat yang umum ada di pasaran bentuknya bulat. Yang berukuran besar, berdaging tebal, berbiji sedikit, dan berwarna merah disebut sebagai tomat buah.

Tomat buah biasa disantap segar sebagai buah. Yang berukuran lebih kecil dikenal sebagai tomat sayur karena digunakan di dalam masakan. Yang kecil-kecil sebesar kelereng disebut tomat ceri dan digunakan untuk campuran membuat sambal atau dalam hidangan selada.

a) Sifat dan Khasiat

Buah tomat rasanya manis, asam, dan sifatnya sedikit dingin. Buah digunakan untuk mengatasi gangguan pencernaan, seperti perut kembung, tidak nafsu makan, susah buang air besar (sembelit), sakit kuning, radang hati, radang saluran napas (bronkhitis), sesak napas (asma bronkhial), radang usus buntu, radang gusi, gusi berdarah, sariawan, ulkus lambung, wasir, tekanan darah tinggi (hipertensi), kadar kolesterol darah tinggi (hiperkolesterolemia), lemas akibat kadar glukosa darah rendah, demam, rasa haus, rematik, gout, dan memar akibat terbentur. Daun berkhasiat penyejuk.



b) Cara Pemakaian

Makan buah masak dalam keadaan segar. Bisa juga rebus dengan air secukupnya, lalu lumatkan dan saring. Jika tidak menderita kencing manis (*diabetes mellitus*) boleh ditambahkan gula pasir secukupnya. Minum setelah dingin. Untuk pemakaian luar, giling halus buah masak atau daun segar, bubuhkan ke tempat yang sakit, seperti kulit terbakar sinar matahari, jerawat, radang kulit, kurap, luka, dan borok kronis. Jus tomat juga bisa digunakan sebagai masker untuk mengencangkan dan melembutkan kulit wajah.

2.2. Sistem Irigasi Tetes (*Drip Irrigation*)

Irigasi tetes merupakan Pemberian air yang dilakukan dengan menggunakan alat aplikasi (*applicator, emission device*) yang dapat memberikan air dengan debit yang rendah dan frekuensi yang tinggi (hampir terus-menerus) disekitar perakaran tanaman. (Prastowo, 2008).

Pemberian air pada irigasi tetes diberikan dalam kecepatan yang rendah di sekitar tanaman melalui emitter. Irigasi tetes merupakan cara pemberian air pada tanaman secara langsung, baik pada permukaan tanah maupun di dalam tanah melalui tetesan secara sinambung dan perlahan pada areal perakaran tanaman. Sistem irigasi tetes sangat membantu memperlambat penguapan dan membantu pertumbuhan tanaman di musim kemarau. (Kurnia, 2004)

Karakteristik dari sistem irigasi tetes ini adalah dengan pemberian air irigasi secara langsung pada daerah perakaran yang ditandai dengan pembasahan secara konstan di sekitar daerah perakaran tanaman yang diairi.

Irigasi tetes dapat diterapkan pada daerah-daerah dimana:

- a. Air tersedia sangat terbatas atau sangat mahal
- b. Tanah berpasir, berbatu atau sukar didatarkan
- c. Tanaman dengan nilai ekonomis tinggi

Sistem irigasi tetes mempunyai beberapa kelebihan dibandingkan sistem irigasi yang lain, antara lain :

a. Meningkatkan nilai guna air

Secara umum, air yang digunakan pada irigasi tetes lebih sedikit dibandingkan dengan metode lainnya. Penghematan air dapat terjadi karena pemberian air yang bersifat lokal dan jumlah yang sedikit sehingga akan menekan evaporasi, aliran permukaan dan perkolasi. Transpirasi dari gulma juga diperkecil karena daerah yang dibasahi hanya terbatas disekitar tanaman.

b. Meningkatkan pertumbuhan tanaman dan hasil

Fluktuasi kelembaban tanah yang tinggi dapat dihindari dengan irigasi tetes ini dan kelembaban tanah dipertahankan pada tingkat yang optimal bagi pertumbuhan tanaman.

c. Meningkatkan efisiensi dan efektifitas pemberian

Pemberian pupuk atau bahan kimia pada metode ini dicampur dengan air irigasi, sehingga pupuk atau bahan kimia yang digunakan menjadi lebih sedikit, frekuensi pemberian lebih tinggi dan distribusinya hanya di sekitar daerah perakaran.

d. Menekan resiko penumpukan garam

Pemberian air yang terus menerus akan melarutkan dan menjauhkan garam dari daerah perakaran.

e. Menekan pertumbuhan gulma

Pemberian air pada irigasi tetes hanya terbatas di daerah sekitar tanaman, sehingga pertumbuhan gulma dapat ditekan.

f. Menghemat tenaga kerja

Sistem irigasi tetes dapat dengan mudah dioperasikan secara otomatis, sehingga tenaga kerja yang diperlukan menjadi lebih sedikit. Penghematan tenaga kerja pada pekerjaan pemupukan, pemberantasan hama dan penyiangan juga dapat dikurangi.

Sedangkan Kelemahan atau kekurangan dari metode irigasi tetes adalah sebagai berikut:

- a. Memerlukan perawatan yang intensif

Penyumbatan pada penetes merupakan masalah yang sering terjadi pada irigasi tetes, karena akan mempengaruhi debit dan keseragaman pemberian air. Untuk itu diperlukan perawatan yang intensif dari jaringan irigasi tetes agar resiko penyumbatan dapat diperkecil.

- b. Penumpukan garam

Bila air yang digunakan mengandung garam yang tinggi dan pada daerah yang kering, resiko penumpukan garam menjadi tinggi.

- c. Membatasi pertumbuhan tanaman

Pemberian air yang terbatas pada irigasi tetes menimbulkan resiko kekurangan air bila perhitungan kebutuhan air kurang cermat.

- d. Keterbatasan biaya dan teknik

Sistem irigasi tetes memerlukan investasi yang tinggi dalam pembangunannya. Selain itu, diperlukan teknik yang tinggi untuk merancang, mengoperasikan dan memeliharanya.

2.2.1. Metode Pemberian Air Pada Irigasi Tetes

Pemberian air irigasi pada irigasi tetes meliputi beberapa metode pemberian, yaitu sebagai berikut:

- a. Irigasi tetes (*drip irrigation*).

Pada metode ini, air irigasi diberikan dalam bentuk tetesan yang hampir terus menerus di permukaan tanah sekitar daerah perakaran dengan menggunakan *emitter*. Debit pemberian sangat rendah, biasanya kurang dari 12 l/jam untuk *point source emitter* atau kurang dari 12 l/jam per m untuk *line source emitter*.

- b. Irigasi bawah permukaan (*sub-surface irrigation*).

Pada metode ini air irigasi diberikan menggunakan *emitter* di bawah permukaan tanah. Debit pemberian pada metoda irigasi ini sama dengan yang dilakukan pada irigasi tetes.

- c. *Bubbler irrigation*.

Pada metode ini air irigasi diberikan ke permukaan tanah seperti aliran kecil menggunakan pipa kecil (*small tube*) dengan debit sampai dengan 225 liter/jam. Untuk mengontrol aliran permukaan (*run off*) dan erosi, seringkali dikombinasikan dengan cara penggenangan (*basin*) dan alur (*furrow*).

d. Irigasi percik (*spray irrigation*).

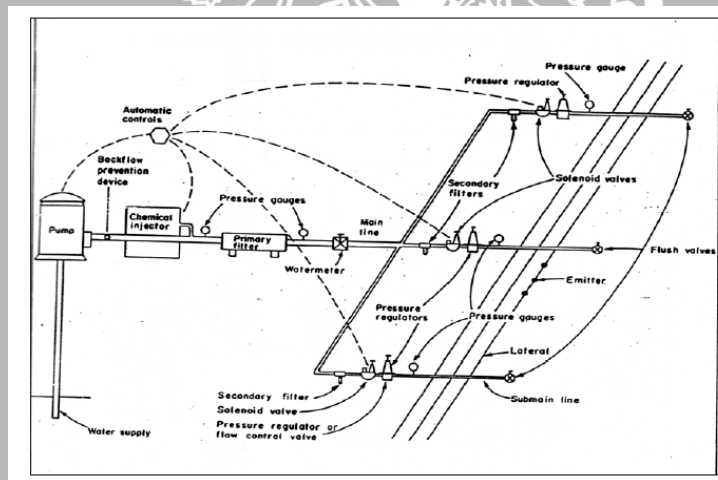
Pada metode ini, air irigasi diberikan dengan menggunakan penyemprot kecil (*micro sprinkler*) ke permukaan tanah. Debit pemberian irigasi percik sampai dengan 115 l/jam. Pada metoda ini, kehilangan air karena evaporasi lebih besar dibandingkan dengan metoda irigasi tetes lainnya.

Irigasi tetes juga dapat dibedakan berdasarkan jenis cucuran air menjadi :

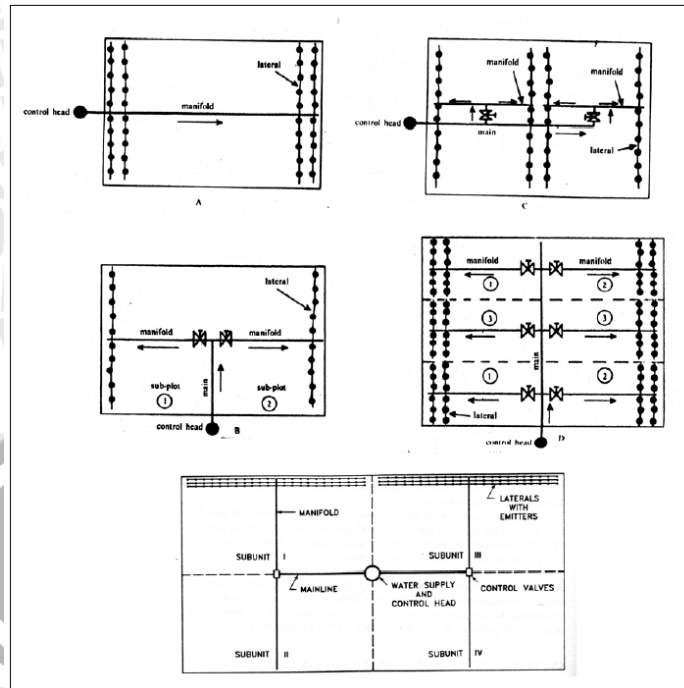
- Air merembes sepanjang pipa lateral (*viaflo*)
- Air menetes atau memancar melalui alat aplikasi yang di pasang pada pipa lateral
- Air menetes atau memancar melalui lubang-lubang pada pipa lateral

2.2.2. Komponen Irigasi Tetes

Sistem irigasi tetes di lapangan umumnya terdiri dari jalur utama, pipa pembagi, pipa lateral, alat aplikasi dan sistem pengontrol seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 2.6. Terdapat berbagai variasi tata-letak (*layout*) irigasi tetes seperti pada Gambar 2.7.



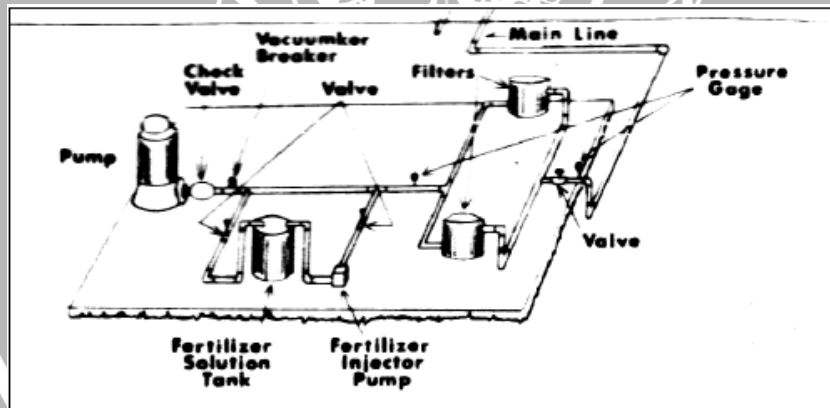
Gambar 2.6. Komponen irigasi tetes
Sumber : Asep Prastowo (2007: 4)



Gambar 2.7. Berbagai variasi tata-letak sistem irigasi tetes
 Sumber : Asep Prastowo (2007: 5)

1. Unit utama (*head unit*)

Unit utama terdiri dari pompa, tangki injeksi, filter (saringan) utama dan komponen pengendali (pengukur tekanan, pengukur debit dan katup).



Gambar 2.8. Unit utama
 Sumber : Asep Prastowo (2007: 5)

2. Pipa utama (*main line*)

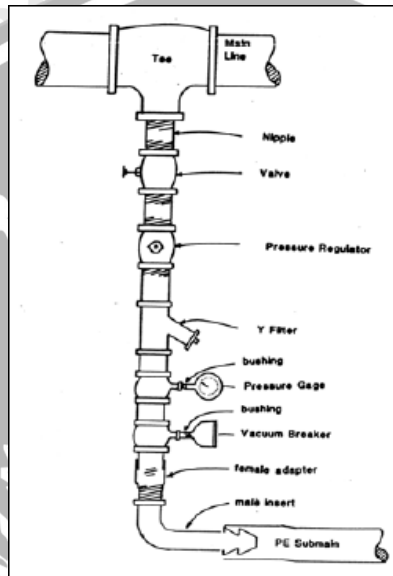
Pipa utama umumnya terbuat dari pipa *polyvinylchlorida* (PVC), *galvanized steel* atau besi cor dan berdiameter antara 7.5–25 cm. Pipa utama dapat dipasang di atas atau di bawah permukaan tanah.

3. Pipa pembagi (*sub-main, manifold*)



Pipa pembagi dilengkapi dengan filter kedua yang lebih halus (80-100 μm), katup selenoid, regulator tekanan, pengukur tekanan dan katup pembuang. Pipa sub-utama terbuat dari pipa PVC atau pipa HDPE (*high density polyethylene*) dan berdiameter antara 50 – 75 mm.

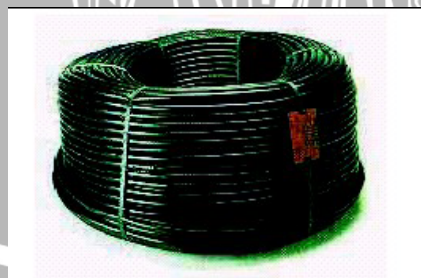
Penyambungan pipa pembagi–pipa utama dapat dibuat seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.19.



Gambar 2.9. Penyambungan pipa pembagi – pipa utama
 Sumber : Asep Prastowo (2007: 6)

4. Pipa Lateral

Pipa lateral merupakan pipa tempat dipasangnya alat aplikasi, umumnya dari pipa *polyethylene* (PE) seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.10, berdiameter 8 – 20 mm dan dilengkapi dengan katup pembuang.

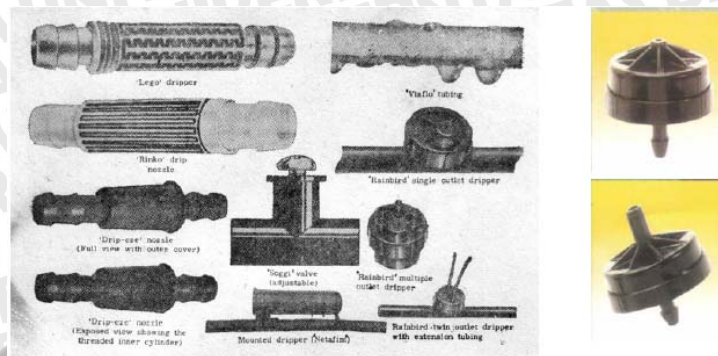


Gambar 2.10. Pipa *polyethylene* (PE)
 Sumber : Asep Prastowo (2007: 6)

5. Alat aplikasi (*applicator, emission device*)

Alat aplikasi terdiri dari penetes (*emitter*), pipa kecil (*small tube, bubbler*) yang dipasang pada pipa lateral, seperti yang ditunjukkan oleh gambar 2.11. Alat

aplikasi terbuat dari berbagai bahan seperti PVC, PE, keramik, kuningan dan sebagainya.



Gambar 2.11. Berbagai jenis *emitter*
Sumber : Asep Prastowo (2007: 7)

Alat aplikasi yang baik harus mempunyai karakteristik :

1. Debit yang rendah dan konstan
2. Toleransi yang tinggi terhadap tekanan operasi
3. Tidak dipengaruhi oleh perubahan suhu
4. Umur pemakaian cukup lama

2.3. Kebutuhan Air Tanaman

Kebutuhan air tanaman adalah jumlah air yang dibutuhkan untuk mengganti air yang hilang akibat penguapan. Penguapan ini terjadi melalui dua proses yaitu penguapan dari permukaan tanah atau air bebas (Evaporasi) dan melalui tubuh tanaman (Transpirasi). Evaporasi adalah peristiwa berubahnya air menjadi uap, sedangkan transpirasi adalah peristiwa penguapan air melalui permukaan tubuh tanaman.

Evaporasi sangatlah bergantung pada keadaan meteorologi, faktor-faktor meteorologi yang berpengaruh adalah : (Soemarto, 1986:43)

1. Radiasi Matahari

Evaporasi merupakan konversi air ke dalam uap air. Proses ini terjadi hampir tanpa berhenti di siang hari dan kerap kali juga di malam hari. Perubahan dari cair menjadi uap ini memerlukan input energi yang berupa panas untuk evaporasi. Proses tersebut akan sangat aktif jika ada penyinaran langsung dari matahari.

2. Angin

Lapisan batas antara tanah dengan udara menjadi jenuh oleh uap air akibat adanya penguapan air ke atmosfer sehingga proses evaporasi berhenti. Agar proses tersebut berjalan terus, maka lapisan jenuh itu harus diganti dengan udara kering. Pergantian itu dapat dimungkinkan hanya kalau ada angin. Jadi kecepatan angin memegang peranan dalam proses evaporasi.

3. Kelembaban Relatif

Kemampuan untuk menyerap uap air akan berkurang pada kelembaban yang tinggi, sehingga laju evaporasinya akan menurun. Pergantian lapisan udara pada batas tanah dan udara dengan udara yang sama kelembaban relatifnya tidak akan merubah laju evaporasi. Ini hanya dimungkinkan jika diganti dengan udara yang lebih kering.

4. Suhu (Temperatur)

Peningkatan suhu udara dan tanah yang cukup tinggi, proses evaporasi akan berjalan lebih cepat dibandingkan jika suhu udara dan tanah rendah. Hal ini dikarenakan energi panas yang tersedia.

Jumlah kadar air yang hilang dari tanah oleh evapotranspirasi tergantung pada (Soemarto, 1986 : 44)

1. Adanya persediaan air yang cukup.
2. Faktor iklim seperti suhu, kelembaban, dll.
3. Jenis tanaman tersebut.

Besarnya koefisien tanaman berhubungan dengan jenis tanaman, varietas tanaman dan umur pertumbuhan tanaman. Dengan demikian usaha mengatur pola tata tanam dimaksudkan untuk mengatur besar koefisien tanaman agar mendapatkan nilai evaporasi potensial, sehingga sesuai dengan ketersediaan air irigasi.

Besar kebutuhan air tanaman dinyatakan dalam penggunaan air konsumtif yang besarnya : (KP penunjang, 1986 : 6)

$$ET_c = K_c \times E_{to} \dots\dots\dots(2 - 1)$$

Dengan :

ET_c = Kebutuhan air tanaman (mm/hr)

E_{to} = Evapotranspirasi potensial (mm/hr)

K_c = Koefisien tanaman

Data-data yang diperlukan untuk menghitung evapotranspirasi potensial dengan menggunakan metode Radiasi antara lain: (Suhardjono, 1994 : 43)

1. Suhu udara (t) dan elevasi yang diperlukan guna menentukan nilai W. Nilai W ditetapkan berdasarkan perkiraan elevasi antara 0–500 m
2. Kecerahan matahari (n/N) dan letak lintang daerah untuk menghitung R_a .

Data letak lintang berhubungan dengan besaran R_a

Besaran R_s dapat dihitung bila diketahui besar R_a dan n/N

Rumus Radiasi menggunakan pendekatan perhitungan banyaknya radiasi gelombang pendek yang diterima bumi dalam perhitungan E_{to} . Besar evapotranspirasi potensial (E_{to}) dalam pendekatan ini dihitung dengan rumus : (Suhardjono, 1994 : 42)

$$E_{to} = c \times E_{to}^* \dots\dots\dots(2 - 2)$$

$$E_{to} = c \times W \times R_s \dots\dots\dots(2 - 3)$$

Dengan :

E_{to} = Evapotranspirasi Potensial (mm/hr).

c = Angka koreksi.

W = faktor pengaruh suhu dan elevasi ketinggian daerah.

R_s = Radiasi gelombang pendek yang diterima bumi, dalam satuan evaporasi ekuivalen (mm/hari)

2.4. Pengujian Kadar Air Tanah

Pengujian kadar air tanah dilakukan terhadap semua jenis tanah. Kadar air tanah ialah perbandingan berat air yang terkandung dalam tanah dengan berat kering tanah tersebut. Kadar air tanah dapat digunakan untuk menghitung parameter sifat-sifat tanah.



Peralatan yang digunakan dalam pengujian ini antara lain oven, cawan kedap udara, timbangan dan desikaior.

Prosedur pengujian meliputi tahapan-tahapan, antara lain:

- Tempatkan benda uji dalam cawan, lalu timbang dan catat beratnya.
- Keringkan dengan menggunakan oven ataupun dengan menggunakan kompor.
- Pelaksanaan pengeringan dapat dilakukan dengan oven maupun pengeringan diatas kompor untuk benda uji yang tidak mengandung bahan organik.

Proses pengeringan dengan oven adalah dengan membuka tutup cawan dan taruh di dalam oven selama 24 jam. Sedangkan pengeringan untuk benda uji yang tidak mengandung bahan organik dilakukan diatas kompor atau dibakar langsung setelah disiram dengan spirtus. Lakukan penimbangan dan pengeringan secara berulangulang sehingga mencapai berat yang tetap. Lalu cawan yang berisikan benda uji yang telah dikeringkan didinginkan dalam desikator. Setelah dingin lalu timbang dan Catat beratnya.

Besarnya kadar air dihitung dengan rumus:

$$\text{Kadar air} = \frac{W_1 - W_2}{W_2 - W_3} \times 100\% \dots\dots\dots(2 - 4)$$

dimana :

W_1 = berat cawan + tanah basah (gram).

W_2 = berat cawan + tanah kering (gram)

W_3 = berat cawan kosong (gram)

$W_1 - W_2$ = berat air (gram)

$W_2 - W_3$ = berat bahan kering (gram)

Besarnya kadar air dinyatakan dalam persen dengan ketelitian satu angka di belakang koma.

2.5. Variasi Debit Emmitter

Emitter yang baik haruslah menghasilkan debit yang sama pada tekanan operasi yang sama. Akan tetapi, setiap emitter tidak dapat dibuat persis sama. Tingkat variasi debit emitter ini dinyatakan dengan koefisien variasi pabrikasi emitter (*coefficient of manufacturing for the emitter*), q_{var} , yaitu:

$$q_{var} = \frac{q_{max} - q_{min}}{q_{max}} \dots\dots\dots (2 - 5)$$

Dimana:

- q_{var} = Variasi debit emitter
- q_{max} = debit maksimum (liter/jam)
- q_{min} = debit minimum (liter/jam)

Perencanaan diterima bila memenuhi syarat yaitu $q_{var} < (0,10 \text{ s/d } 0,20)$ (Richard H, 1989).

2.6. Koefisien Keseragaman (*Uniform of Application*)

Tujuannya adalah agar tercapai pengoperasian siraman yang seragam.

Rumus yang digunakan: (*Christiansen, 1942*)

$$Cu = 100(1,0 - \frac{\sum \bar{X}}{m.n}) \dots\dots\dots (2 - 6)$$

Dimana:

- Cu = Koefisien keseragaman
- m = rata – rata observasi
- n = jumlah titik observasi
- \bar{X} = deviasi numerik

2.7. Rancangan Percobaan

2.7.1. Pengertian Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan adalah bentuk rangkaian kegiatan untuk mencari jawaban terhadap permasalahan dengan menguji hipotesis untuk mengamati pengaruh X terhadap Y; mana X disebut faktor perlakuan dan Y disebut faktor pengamatan.



2.7.2. Unsur Dasar Percobaan

2.7.2.1. Perlakuan (*treatment*)

Perlakuan adalah semua tindakan coba-coba (*trial and error*) terhadap suatu obyek yang pengaruhnya akan diuji. Bisa berasal dari dua faktor atau lebih (kombinasi perlakuan)

2.7.2.2. Ulangan (*replication*)

Ulangan merupakan frekuensi perlakuan dalam suatu percobaan. Jumlah ulangan tergantung tingkat ketelitian yang diinginkan terhadap kesimpulannya. Jumlah ulangan dalam perlakuan dipengaruhi oleh: derajat ketelitian; keragaman bahan dan biaya yang tersedia.

2.7.2.3. Pengaturan atau Pembatasan Lokal (*local control*)

Percobaan yang dilakukan dalam kondisi homogen (laboratorium, rumah kaca dsb.) mempunyai 2 unsur dasar yaitu perlakuan dan ulangan. Biasanya dengan RAL (Rancangan acak lengkap).

Kondisi heterogen (lapangan, kebun, danau, laut) mempunyai 2 unsur dasar dan unsur ke-3 yaitu kontrol lokal. Biasanya dilakukan RAK (Rancangan acak kelompok) atau lainnya RAKL (Rancangan acak kuadrat latin atau disebut juga Rancangan bujur-sangkar latin) untuk mengendalikan kondisi lapangan yang heterogen.

Pemblokiran perlakuan dilakukan berdasarkan kondisi faktor-faktor media, bahan, alat, tenaga kerja, lingkungan atau faktor lainnya yang tidak terkait langsung dengan faktor penelitian.

2.7.3. Persyaratan Rancangan Percobaan

Syarat rancangan percobaan yang baik antara lain:

(1). Kesederhanaan (*simplicity*)

Perlakuan dan metode semudah mungkin dengan tetap mempertahankan obyektivitas.

(2). Derajat ketepatan (*degree of precision*)

Memberi peluang mengukur perbedaan yang ada pada perlakuan-perlakuan menurut derajat ketepatan yang diinginkan peneliti.

(3). Ketiadaan galat sistematis.

Harus dirancang agar setiap unit percobaan menerima perlakuan dengan peluang sama besar agar hasilnya tidak bias.

- (4). Kisaran keabsahan kesimpulan selebar-lebarnya.

Peningkatan kisaran keabsahan kesimpulan dapat diperoleh melalui:

- memperbanyak ulangan menurut waktu atau ruang.
- merancang perlakuan secara faktorial (berbagai taraf perlakuan atau tingkat faktor lainnya)

- (5). Kalkulasi derajat ketidakpastian (degree of uncertainty).

Memungkinkan peneliti menghitung kemungkinan (peluang) terjadinya hasil pengamatan yang menyimpang.

2.7.4. Klasifikasi Rancangan Percobaan

2.7.4.1. Berdasarkan Jumlah Faktor Yang Diteliti

Berdasarkan jumlah faktor yang diteliti dibedakan beberapa Rancangan Percobaan menjadi:

1. Rancangan non faktorial; hanya satu faktor yang diteliti. Meliputi RAL, RAK dan RAKL.
2. Rancangan faktorial; beberapa faktor penelitian: Meliputi:
 - *split plot design* : Rancangan Petak terbagi (RPB); adalah rancangan faktor tunggal yang dimodifikasi atau difaktorialkan dari RAK,
 - *strip plot design* : Rancangan petak teralur (RPA) yang dimodifikasi dari RAKL
 - *split block design* : Rancangan kelompok terbagi (RKB) yang dimodifikasi dari RAK dan RAKL

2.7.4.2. Berdasarkan Jumlah Galat Yang Digunakan

Berdasarkan jumlah galat yang digunakan yang menunjukkan derajat kepentingan faktor-faktor utama dan interaksinya Rancangan Percobaan dipilah menjadi:

1. Rancangan bergalat tunggal; Meliputi RAL, RAK dan RAKL faktorial dan non faktorial. Meneliti pengaruh-pengaruh faktor utama dan interaksi dengan derajat ketelitian yang sama.

2. Rancangan begalat ganda: Salah satu faktor utama penelitian (A) interaksinya lebih penting daripada faktor utama lainnya (B): Mempunyai dua galat a dan b. Diharapkan galat a lebih teliti dalam menonjolkan pengaruh faktor utama A dan interaksinya daripada galat b dalam menonjolkan pengaruh faktor utama B terhadap hasil percobaan.
3. Rancangan begalat tripel: Bentuknya seperti RPB tetapi jumlah faktor yang diteliti ada tiga, dapat disebut juga *split-split plot design*. Lainnya adalah *strip plot design* dan *split block design* yang dipakai untuk percobaan yang pengaruh interaksinya lebih ditonjolkan daripada pengaruh faktor utamanya.

2.8. Efisiensi Pemakaian Air

Efisiensi pemakaian air merupakan nisbah hasil penggunaan air / hasil pemberian air. Hasil penggunaan air merupakan perbandingan hasil produksi tanaman per kebutuhan air potensial tanaman. Dengan menghitung nisbah hasil penggunaan air dapat diketahui pengaruh kebutuhan air potensial tanaman terhadap hasil produksi. Hasil penggunaan air dapat dihitung menggunakan rumus:

$$hpeng = \frac{\text{produksi(kg)}}{\text{penggunaan(liter)}} \dots\dots\dots (2-7)$$

Hasil pemberian air merupakan perbandingan hasil produksi tanaman per volume air yang diberikan. Dengan menghitung nisbah hasil pemberian air dapat diketahui pengaruh besarnya volume pemberian air terhadap hasil produksi tanaman. Hasil pemberian air dapat dihitung menggunakan rumus:

$$hpem = \frac{\text{produksi(kg)}}{\text{pemberian(liter)}} \dots\dots\dots (2-8)$$

Efisiensi pemakaian air dihitung menggunakan rumus:

$$Eff(p) = \frac{\text{penggunaan(kg / liter)}}{\text{pemberian(kg / liter)}} \dots\dots\dots (2-9)$$



Efisiensi pemakaian air digunakan untuk mengetahui dalam perlakuan terjadi kekurangan air atau terjadi kelebihan air dalam pemberian air. Nilai efisiensi yang rendah menunjukkan bahwa dalam perlakuan pemberian air tidak mencukupi kebutuhan air tanaman, hal ini dipengaruhi penggunaan air yang tinggi sedangkan volume air yang diberikan kecil. Kekurangan air pada tanaman menyebabkan pertumbuhan terhambat dan rendahnya produksi. Efisiensi dengan nilai mendekati 1 (satu) menunjukkan banyaknya air yang dipergunakan sesuai dengan yang diberikan sehingga produksi akan optimal.

Efisiensi dengan nilai lebih dari satu (satu) menunjukkan jumlah air yang diberikan lebih besar dari yang dipergunakan tanaman. Pada perlakuan dengan nilai efisiensi lebih dari satu mempunyai hasil produksi yang maksimal, tetapi dengan kelebihan pemberian air akan berpengaruh terhadap mutu produksi tanaman. (Rahadi B. dkk. 1997: 50-52)



BAB III METODE PENELITIAN

3.1. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental murni yang menggunakan beberapa perlakuan dengan membandingkan hasil perlakuan suatu kelompok perlakuan dengan kelompok lain yang berbeda perlakuan.

Yaitu dengan cara membandingkan pertumbuhan dan hasil produksi tanaman tomat berdasarkan pengaruh volume pemberian air yang berbeda dan periode pemberian air yang berbeda menggunakan sistem irigasi tetes (*drip irrigation*).

3.2. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) JATIM, Karang Ploso – Malang. Penelitian dimulai pada bulan Februari 2009 sampai Mei 2009.

3.3. Analisa Data

Data hasil penelitian dianalisis menggunakan Rancangan Percobaan, menggunakan metode Rancangan Acak Kelompok. Variabel penelitian yang digunakan dalam analisis data meliputi:

1. Volume pemberian air
Persentase kebutuhan air tanaman: 75% ET_c, 100% ET_c, 120% ET_c.
2. Periode pemberian air
Periode waktu pemberian air: 1 harian dan 3 harian
3. Blok/ kelompok
Pengulangan : masa tanam 1, masa tanam 2, dan masa tanam 3

Perlakuan pemberian air dalam penelitian direncanakan berdasarkan nilai kebutuhan air tanaman pada setiap fase pertumbuhan tanaman. Kombinasi perlakuan pemberian air dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1. Kombinasi perlakuan pemberian air

Volume \ Periode	1 harian	3 harian
75 % ETc	E1T1	E1T2
100 % ETc	E2T1	E2T2
120 % ETc	E3T1	E3T2

3.3.1. Rancangan Acak Kelompok (RAK)

Rancangan Acak Kelompok merupakan rancangan yang sesuai untuk percobaan di lapangan (*field experiment*). Kondisi di lapangan tidak homogen, selalu mengalami perubahan kondisi (temperatur, air dll.) Kontrol lokal merupakan pengelompokan perlakuan secara lengkap sebagai kelompok atau blok tertentu seperti areal tanah, laut, yang kondisinya berbeda untuk tujuan percobaan.

Kondisi yang dapat dianggap sebagai kelompok antara lain:

- Areal lahan (daratan, perairan, laut)
- Waktu pengamatan (siang, malam)
- Alat percobaan (mesin berbeda merek dll)
- Tenaga kerja (wanita, anak, tenaga terlatih, kurang pengalaman dll.) dsb.

3.3.2. Randomisasi dan Bagan Percobaan

Percobaan menggunakan sampel tanaman sebanyak 54 buah, dengan spesifikasi sebagai berikut:

Percobaan terdiri dari 6 perlakuan (t), yaitu:

1. E_1T_1 (Volume 75%Etc; Periode 1 harian)
2. E_2T_1 (Volume 100%Etc; Periode 1 harian)
3. E_3T_1 (Volume 120%Etc; Periode 1 harian)
4. E_1T_2 (Volume 75%Etc; Periode 3 harian)
5. E_2T_2 (Volume 100%Etc; Periode 3 harian)
6. E_3T_2 (Volume 120%Etc; Periode 3 harian)

Perlakuan terdiri dari 3 kelompok ulangan (k), yaitu:

1. Ulangan 1 (U_1 ; 2 Februari 2009)
2. Ulangan 2 (U_2 ; 7 Februari 2009)
3. Ulangan 3 (U_3 ; 12 Februari 2009)

Kelompok ulangan terdiri dari 3 sampel tanaman, yaitu:

1. Tanaman 1
2. Tanaman 2
3. Tanaman 3

Perambangan (randomisasi) dilakukan lengkap per kelompok.

Perambangan dilakukan sebanyak t perlakuan pada k kelompok.

Bagan percobaan RAK dengan t = 6 dan k = 3.

k ₁	k ₂	k ₃
E1T1 (t ₁)	E1T1 (t ₁)	E1T1 (t ₁)
E2T1 (t ₂)	E2T1 (t ₂)	E2T1 (t ₂)
E3T1 (t ₃)	E3T1 (t ₃)	E3T1 (t ₃)
E1T2 (t ₄)	E1T2 (t ₄)	E1T2 (t ₄)
E2T2 (t ₅)	E2T2 (t ₅)	E2T2 (t ₅)
E3T2 (t ₆)	E3T2 (t ₆)	E3T2 (t ₆)

3.3.3. Penataan dan Analisis Data

Tabel 3.2. Analisis data rancangan acak kelompok (RAK)

Perlakuan	Kelompok				Jumlah (TP)	Rerata (\bar{y}_P)
	1	2	i.....	k		
1	Y 11	Y 21	Y i1	Y k1	TP 1	
2	Y 12	Y 22	Y i2	Y k2	TP 2	
j	Y 1j	Y 2j	Y ij	Y kj	TP j	
...	
...	
t	Y 1t	Y 2t	Y it	Y kt	TP k	
Jumlah (TK)	TK 1	TK 2	TK i	TK k	T ij	(\bar{y}_{ij})

Sumber: Suntoyo Yitnosumarto, 1993: 65

Tabel 3.2. merupakan contoh pengelompokkan data rancangan yang selanjutnya dihitung seperti berikut:

1. Faktor koreksi (FK) = nilai untuk mengoreksi (μ) dari ragam data (τ) sehingga dalam sidik ragam nilai $\mu = 0$.

$$FK = (T_{ij}^2) / (kx t)$$

2. $JK_{total} = T (Y_{ij}^2) - FK = \{ (Y_{10})^2 + (Y_{11})^2 \dots + (Y_{ij})^2 \dots + (Y_{it})^2 \} - FK$

3. $JK_{kelompok} = (TK^2) / t - FK = \{ (TK_1)^2 + \dots + (TK_k)^2 \} / t - FK$



$$4. JK_{\text{perlakuan}} = \{ (TP_j)^2 / k \} - FK = \{ (TP_1)^2 + (TP_2)^2 + \dots + (TP_t)^2 \} / k - FK$$

$$5. JK_{\text{Galat}} = JK_{\text{total}} - JK_{\text{kelompok}} - JK_{\text{perlakuan}}$$

3.3.4. Analisis Keragaman (*analysis of variance*)

Uji menurut distribusi F untuk menguji pengaruh faktor perlakuan terhadap keragaman hasil percobaan. Secara umum uji F ini adalah:

$$H_0 : \tau = \varepsilon \text{ dan } K = \varepsilon \text{ vs.}$$

$$H_1 : \tau \neq \varepsilon \text{ dan } K \neq \varepsilon$$

dengan kaidah keputusan :

$$F_{\text{hitung}} = (Sk)^2 / (S\varepsilon)^2 = KT_{\text{kelompok}} / KT_{\text{galat}}$$

$$(S\tau)^2 / (S\varepsilon)^2 = KT_{\text{perlakuan}} / KT_{\text{galat}}$$

Di mana;

$$(Sk)^2 = \text{ragam data akibat kelompok};$$

$$(S\tau)^2 = \text{akibat perlakuan}$$

$$(S\varepsilon)^2 = \text{akibat nonperlakuan atau kuadrat tengah galat.}$$

Contoh penyelesaian analisis keragaman seperti pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3. Analisis sidik ragam rancangan acak kelompok (RAK)

Sumber keragaman	Derajat bebas	Jumlah kwadrat	Kwadrat tengah	F hitung	F tabel *)	
					5 %	1 %
Kelompok	$v_1 = k - 1$	JKK	$(JKK) / v_1$	KTK/KTG	(v_1, v_3)	
Perlakuan	$v_2 = (t-1)$	JKP	$(JKP) / v_2$	KTP/KTG	(v_2, v_3)	
Galat	$v_3 = (v_t - v_1 - v_2)$	JKG	$(JKG) / v_3$			
Total	$kt - 1 = v_t$	JKT				

Sumber: Suntoyo Yitnosumarto, 1993: 68

Dimana:

$$KT_{\text{kelompok}} = (JK_{\text{kelompok}}) / v_1$$

$$KT_{\text{perlakuan}} = (JK_{\text{perlakuan}}) / v_2$$

$$KT_{\text{galat}} = (JK_{\text{galat}}) / v_3$$

$$v_1 = k - 1 = \text{derajat bebas kelompok}$$

$$v_2 = (t - 1) = \text{derajat bebas perlakuan.}$$

3.3.5. Uji Jarak Duncan

Uji Jarak Duncan (*Duncan Multiple Range Test*) digunakan untuk mempertahankan besar resiko yang telah ditetapkan meskipun banyaknya nilai tengah yang diperbandingkan meningkat (Suntoyo Yitnosumarto, 1993: 34). Uji Jarak Duncan tidak menggunakan satu titik kritis dalam perbandingan nilai tengah, tetapi menggunakan $(p-1)$ buah titik kritis *Jarak Nyata Duncan* (JND), yaitu dengan mempertimbangkan jarak dari nilai tengah yang dibandingkan (setelah diurut dari yang terkecil ke yang terbesar). Untuk menentukan 2 (dua) nilai tengah dengan jarak tertentu berbeda atau tidak digunakan *Jarak Nyata Terkecil* (JNT), yang dapat dihitung menggunakan rumus:

$$JNT(\alpha, d, v) = JND_{(\alpha, d, v)} x \sqrt{(KT_{Galat.percobaan} / n)}$$

α , d dan v adalah taraf nyata yang dipilih, jarak dan db galat percobaan berturut – turut. Nilai JND diperoleh dari Tabel Jarak Nyata untuk Uji Jarak Duncan (Suntoyo Yitnosumarto, 1993: 297)

Kesimpulan dari UJD diperoleh dengan menyusun kembali nilai tengah – nilai tengah urut dari yang terkecil ke yang terbesar dalam satu baris. Nilai tengah yang tidak berbeda nyata ditandai dengan satu garis di bawahnya, sedangkan yang berbeda tidak segaris. Nama perlakuan disesuaikan dengan nama perlakuan semula. Untuk memudahkan interpretasi, perlakuan yang segaris diberi notasi huruf kecil yang sama, sedangkan yang tidak segaris dengan notasi huruf kecil berikutnya. Dengan demikian akan menjadi jelas bahwa perlakuan yang hurufnya sama tidak berbeda nyata, sedangkan perlakuan yang hurufnya berbeda berarti berbeda nyata.

Dengan adanya lebih dari satu metode (uji) dalam perbandingan berganda, Uji Jarak Duncan dapat digunakan apabila F hitung tidak perlu lebih besar dari F tabel. Dasarnya bukan Uji t , sehingga analisis ragam bukan ditolak atau diterima.

3.4. Parameter Penelitian

Parameter-parameter yang digunakan dalam penelitian adalah:

- a. Agronomi
 1. Tinggi tanaman (cm),

Pengukuran dilakukan pada umur:

- 30 HST, tanggal pengamatan: U₁: 04/03/09; U₂: 09/03/09; U₃: 14/03/09
- 40 HST, tanggal pengamatan: U₁: 14/03/09; U₂: 19/03/09; U₃: 24/03/09
- 50 HST, tanggal pengamatan: U₁: 24/03/09; U₂: 29/03/09; U₃: 03/04/09
- 60 HST, tanggal pengamatan: U₁: 03/04/09; U₂: 08/04/09; U₃: 13/04/09

(terhitung mulai dari penanaman di media polybag). Parameter yang diukur adalah tinggi tanaman mulai pangkal batang sampai ujung tanaman bagian atas.

2. Jumlah bunga per tanaman,

Pengamatan dilakukan pada umur:

- 40 HST, tanggal pengamatan: U₁: 14/03/09; U₂: 19/03/09; U₃: 24/03/09
- 45 HST, tanggal pengamatan: U₁: 19/03/09; U₂: 24/03/09; U₃: 29/03/09
- 50 HST, tanggal pengamatan: U₁: 24/03/09; U₂: 29/03/09; U₃: 03/04/09

(terhitung mulai dari penanaman di media polybag). Parameter yang diukur adalah jumlah bunga mulai kuncup bunga sampai dengan bunga yang telah mengalami penyerbukan.

3. Jumlah bakal buah per tanaman,

Pengamatan dilakukan pada umur:

- 50 HST, tanggal pengamatan: U₁: 24/03/09; U₂: 29/03/09; U₃: 03/04/09
- 55 HST, tanggal pengamatan: U₁: 29/03/09; U₂: 03/04/09; U₃: 08/04/09
- 60 HST, tanggal pengamatan: U₁: 03/04/09; U₂: 08/04/09; U₃: 13/04/09

(terhitung mulai dari penanaman di media polybag). Parameter yang diukur adalah jumlah bunga yang menjadi buah.

b. Hasil produksi tanaman

Pengamatan dilakukan pada waktu panen I pada umur 80 HST dengan menimbang berat buah (hasil) per tanaman. Tanggal pengamatan: U₁: 23/04/09; U₂: 28/04/09; U₃: 03/05/09. Parameter yang diukur adalah berat buah keseluruhan yang dipanen dalam 1 (satu) sampel tanaman.

c. Efisiensi pemakaian air per perlakuan

3.5. Peralatan dan Bahan Yang Digunakan

3.5.1. Bahan

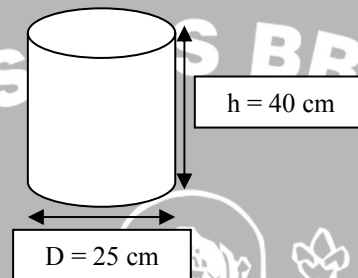
Bahan yang digunakan untuk media tanam adalah tanah *composite*, yaitu tanah campuran antara dua jenis tanah dengan perbandingan yang sama. Jenis tanah yang digunakan adalah tanah lempung dengan campuran tanah organik.

3.5.2. Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian adalah:

1. *Polybag* sebagai tempat penanaman.

Polybag yang digunakan sebanyak 54 buah. Ukuran *polybag* yang digunakan adalah:



Gambar 3.1. Ukuran Polybag

Luas permukaan tanah *polybag* (L) adalah:

$$\begin{aligned} L &= \frac{1}{4} \pi \cdot d^2 \\ &= \frac{1}{4} \pi \cdot 250^2 \\ &= 49107,143 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

2. Jaringan Irigasi

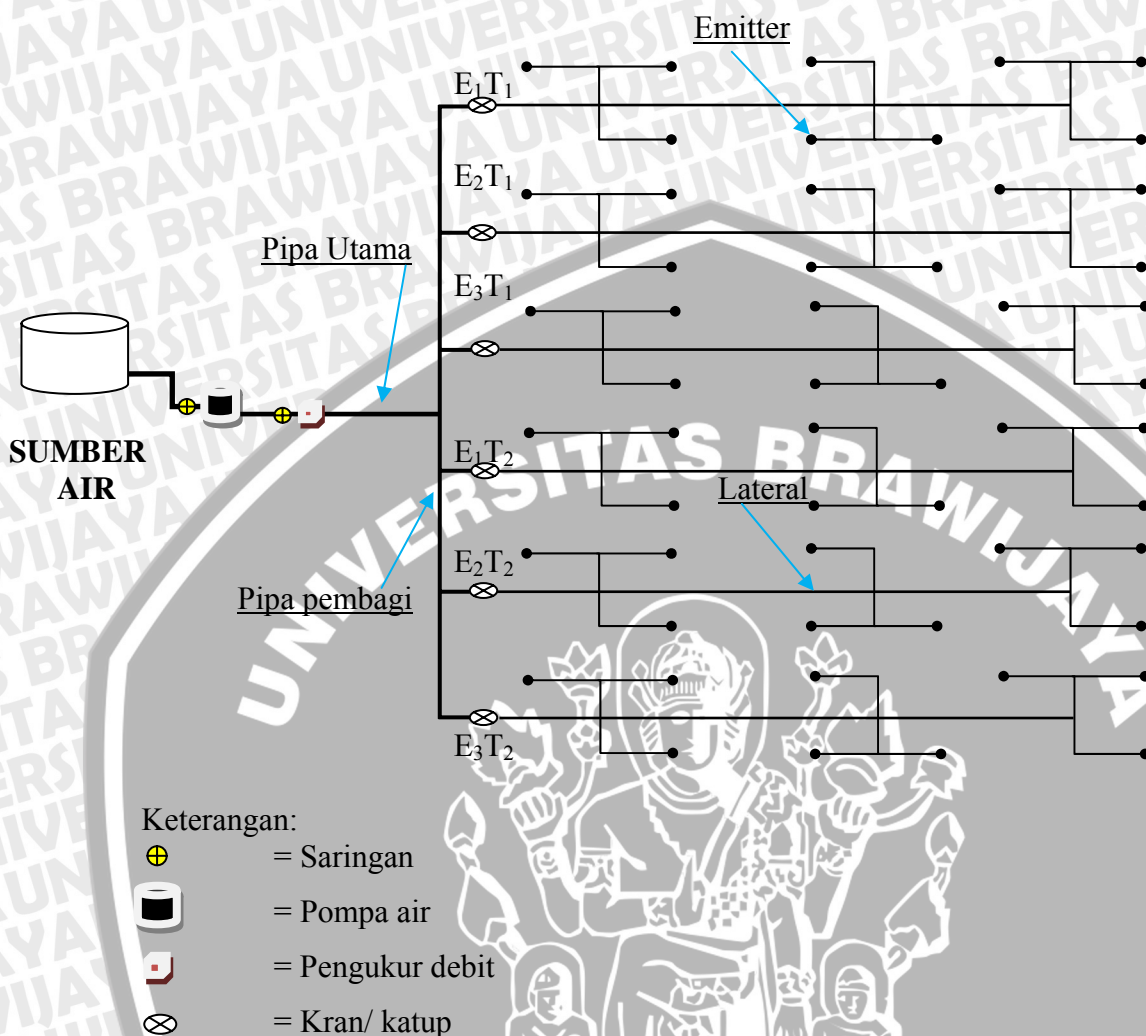
- Emitter yang akan digunakan adalah emitter jenis *noncompensating* tipe terpasang (*screw on*) atau *pot dripper* dengan debit 2 liter/jam (Gambar 3.2).
- Lateral, merupakan pipa dimana emitter ditempatkan. Bahan yang digunakan untuk lateral terbuat dari pipa PE (*polyethylene*) dengan diameter 20 mm.
- Pipa sub utama atau manifold, merupakan pipa yang mendistribusikan air ke pipa-pipa lateral. Pipa sub utama atau manifold menggunakan bahan pipa PVC dengan diameter 1".
- Katup-katup, saringan, dan lain-lain



Gambar 3.2. Emitter jenis *pot dripper*

Skema jaringan irigasi tetes yang digunakan dalam penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.3 berikut.





Gambar 3.3. Skema jaringan irigasi

3.6. Prosedur Penelitian

Prosedur dalam pelaksanaan penelitian meliputi:

1. Persiapan alat dan bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian, antara lain; polybag, benih tomat, emitter, sambungan pipa, pipa lateral, pipa PVC Ø1", saringan, kran, peralatan pendukung lainnya.

2. Persiapan media tanam

Menyiapkan media tanam berupa campuran tanah lempung dengan pupuk organik dengan perbandingan 1:1. Pencampuran tanah dilakukan pada saat



tanah dalam kondisi kering. Tanah yang telah tercampur rata dimasukkan kedalam polybag dengan spesifikasi berat yang sama.

3. Pembibitan tanaman

Pembibitan dilakukan pada box pembibitan dengan cara menyemaikan benih tomat. Tanaman hasil pembibitan dapat dipindah pada media polybag pada umur 20 hari. Pemberian air pada waktu masa pembibitan dilakukan secara manual.

4. Pemasangan jaringan irigasi

Pemasangan jaringan pipa mulai dari pemasangan pompa, pipa utama, pipa pembagi, pipa lateral, emitter dan alat pendukung lainnya.

5. Kalibrasi Emitter

Kalibrasi emitter dilakukan dengan mengukur jumlah air keluaran emitter menggunakan gelas ukur dalam satuan waktu per 5 menit. Pengukuran debit emitter dilakukan pada semua emitter. Kalibrasi emitter ditujukan untuk mengetahui keseragaman debit emitter sehingga dapat disimpulkan emitter dapat digunakan atau tidak. Nilai keseragaman debit emitter jenis *line source* yang baik adalah $v < 0,10$.

6. Penyeragaman media tanam

Penyeragaman media tanam dilakukan dengan mencelupkan semua polybag berisi tanah ke dalam air kemudian polybag ditimbang dan diletakkan pada tempat yang terkena sinar matahari. Pada hari ke-3, polybag ditimbang kembali untuk mengetahui berat kadar air tanah.

Penanaman dapat dilakukan apabila semua media tanam seragam. Penanaman dilakukan pada saat tanah dalam kondisi kapasitas lapang.

7. Penanaman

Penanaman dilakukan pada umur bibit 20 hari. Bibit yang ditanam dipilih yang seragam.

8. Pelakuan pemberian air menggunakan irigasi tetes.

9. Pengambilan data pengamatan

Data yang dibutuhkan adalah data agronomi tanaman (tinggi tanaman, jumlah bunga, dan jumlah bakal buah) dan data hasil produksi.

10. Analisa data hasil pengamatan

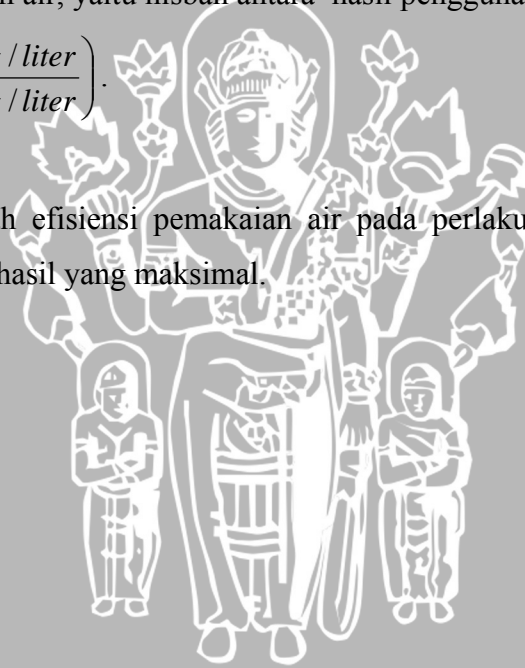
Data hasil pengamatan (Agronomi dan produksi) dianalisis menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang disusun secara faktorial untuk mengetahui perbedaan pada setiap perlakuan pemberian air. Prosedur analisa RAK adalah:

- Pengelompokkan data hasil pengamatan
- Model dan Pendugaan Parameter (Nilai rata – rata dari setiap perlakuan)
- Analisa Ragam (uji F), perbandingan antara nilai F_{hitung} dengan F_{tabel} ($\alpha = 0,05$ dan $\alpha = 0,01$)
- Uji BNT (Beda Nyata Terkecil) menggunakan metode *Duncan Multiple Range Test* (DMRT).

Efisiensi pemakaian air, yaitu nisbah antara hasil penggunaan air dengan hasil pemberian air. $\left(\frac{Kg / liter}{Kg / liter} \right)$.

11. Kesimpulan

Mengetahui nisbah efisiensi pemakaian air pada perlakuan yang memiliki pertumbuhan dan hasil yang maksimal.



3.7. Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian menjelaskan langkah – langkah dalam penelitian, meliputi:

1. Persiapan penelitian

Persiapan penelitian meliputi pekerjaan pembibitan, pengadaan media tanam, dan pemasangan jaringan irigasi. Selanjutnya dilakukan penyeragaman media tanam (tanah) dan pengujian keseragaman debit emitter agar semua sampel yang digunakan seragam sebelum diberi perlakuan pemberian air. Penanaman tomat dilakukan apabila media tanam telah seragam dan dalam kondisi Kapasitas Lapang.

2. Pelaksanaan penelitian

Penelitian dilakukan dengan memberi perlakuan pemberian air yang berbeda volume dan periode pemberian airnya.

3. Pengambilan data tanaman

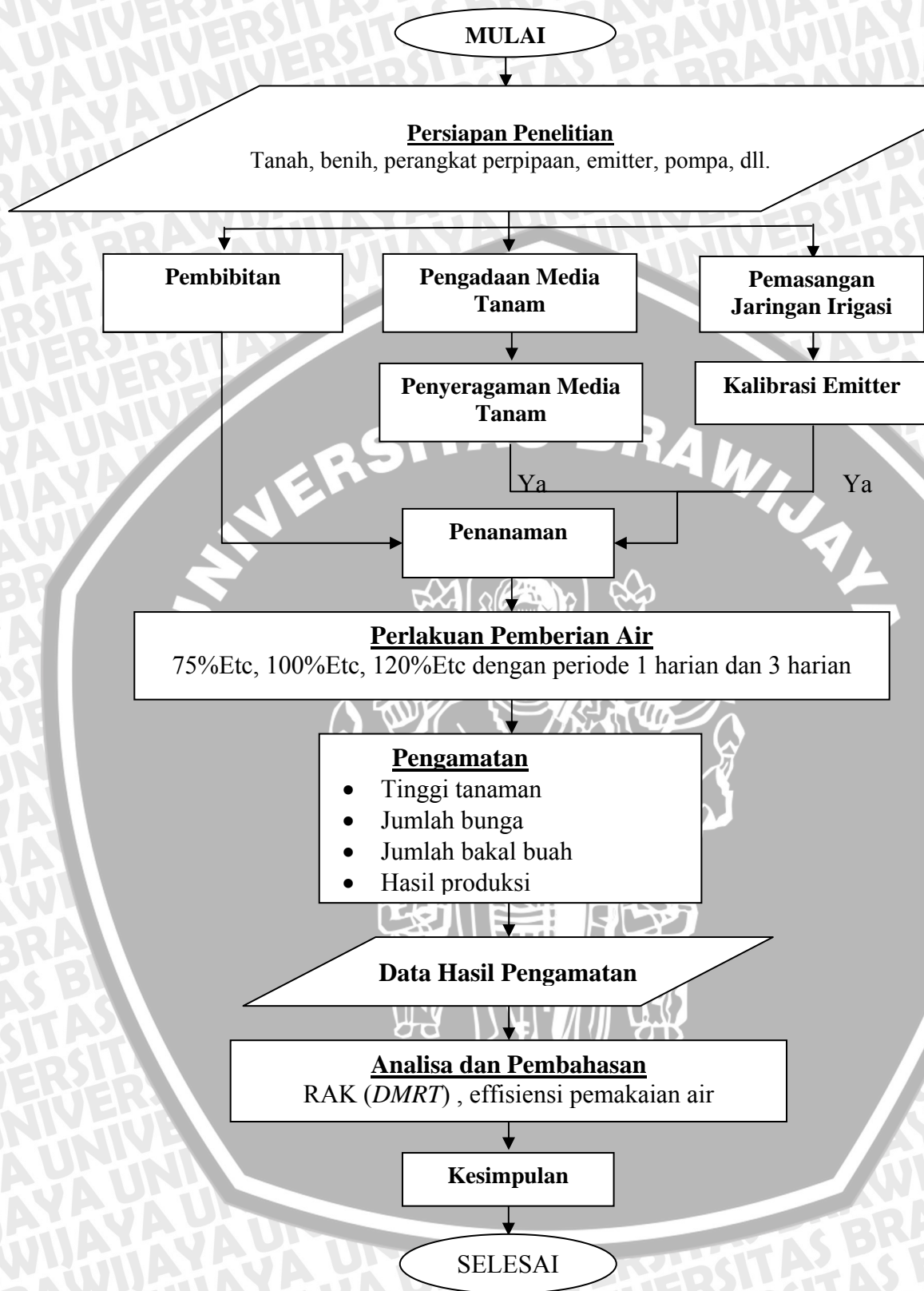
Pengamatan dilakukan untuk mengetahui tinggi tanaman, jumlah bunga, jumlah buah dan berat produksi pada panen I.

4. Analisa hasil pengamatan

Metode analisa yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok. Untuk mengetahui perbedaan setiap perlakuan, dianalisa menggunakan Uji Jarak Duncan (*DMRT*).

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat diagram alir penelitian pada Gambar

3.4. berikut:



**Gambar 3.4. Diagram Alir Penelitian
BAB IV**

HASIL DAN PEMBAHASAN



4.1. Kadar Air Tanah dan Keseragaman Media Tanam

Media tanam (tanah) yang akan digunakan dalam penelitian diberi perlakuan untuk mengetahui keseragaman media tanam, yaitu dengan merendam tanah selama 1 (satu) menit dan dikeringkan dengan bantuan sinar matahari selama 3 (tiga) hari. Pengelompokkan dalam pengujian keseragaman kadar air tanah berdasarkan kelompok perlakuan.

Perhitungan kadar air tanah menggunakan rumus (2-4). Contoh perhitungan kadar air tanah adalah sebagai berikut:

Berat tanah basah (W_1) = 5500 gram (data hasil pengukuran)

Berat tanah kering (W_2) = 4050 gram (data hasil pengukuran)

Berat cawan/ wadah (W_3) = 1 gram (data hasil pengukuran)

Kadar air tanah:

$$\begin{aligned} \text{Kadar air} &= \frac{W_1 - W_2}{W_2 - W_3} \times 100\% \\ &= \frac{5500 - 4050}{4050 - 1} \times 100\% \\ &= 35,81\% \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan kadar air tanah pada perlakuan 1 (E_1T_1) didapatkan hasil sebagai berikut:

sampel 1	: 35,81%
sampel 2	: 35,01%
sampel 3	: 35,81%
sampel 4	: 35,45%
sampel 5	: 35,01%
sampel 6	: 35,81%
sampel 7	: 35,01%
sampel 8	: 35,81%
sampel 9	: 35,01%

(Lebih jelasnya dapat dilihat pada Lampiran 2)

$$\begin{aligned} \text{Rata - rata kadar air tanah (m)} &= \\ &= \left(\frac{35,81 + 35,01 + 35,81 + 35,45 + 35,01 + 35,81 + 35,01 + 35,81 + 35,01}{9} \right) = 35,415\% \end{aligned}$$

Standar deviasi (*st.dev*) = 0,042

$$\begin{aligned} \text{Keseragaman media tanam (CU)} &= 100 \times \left(1 - \frac{\bar{\Sigma} s.dev}{m.n} \right) \\ &= 100 \times \left(1 - \frac{0,042}{35,415 \times 9} \right) \\ &= 99,87\% \end{aligned}$$

Keterangan:

m : rata – rata per kelompok perlakuan

n : jumlah sampel per kelompok perlakuan

Hasil perhitungan kadar air tanah dan keseragaman media tanam setiap kelompok dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Keseragaman Media Tanam

Perlakuan	Rata-rata Kadar air (%)	st.dev	CU
1 (E ₁ T ₁)	35.415%	0.402	99.874%
2 (E ₂ T ₁)	35.465%	0.434	99.864%
3 (E ₃ T ₁)	35.401%	0.436	99.863%
4 (E ₁ T ₂)	35.375%	0.374	99.883%
5 (E ₂ T ₂)	35.572%	0.409	99.872%
6 (E ₃ T ₂)	35.415%	0.402	99.874%

Hasil analisa kadar air tanah menunjukkan bahwa dengan diberi perlakuan perendaman dan penyinaran selama 3 (tiga) hari, kadar air tanah rata – rata sebesar 35% (Lampiran 1). Tanah jenis lempung dengan kadar air tanah sebesar 35% - 45% berada dalam kondisi Kapasitas Lapang (Sutanto, R. 2005), yaitu jumlah kadar air (%) dalam tanah sesudah air gravitasi turun sama sekali. Kandungan air ini ditahan oleh kekuatan sebesar 1/3 atm atau pF 2,54. Pada kondisi Kapasitas Lapang tanah dalam kondisi cukup air, sehingga pada saat tanam, tanaman masih bisa menyerap air tanah sebelum diberi perlakuan.

Keseragaman media tanam pada perlakuan 1 (satu) sebesar 99,87%, perlakuan 2 (dua) sebesar 99,86%, perlakuan 3 (tiga) sebesar 99,86%, perlakuan 4 (empat) sebesar 99,88%, perlakuan 5 (lima) sebesar 99,87% dan perlakuan 6 (enam) sebesar 99,87%. Berdasarkan persentase hasil analisa keseragaman media

tanam dapat disimpulkan bahwa media tanam yang akan digunakan berada dalam kondisi seragam, dan dapat digunakan untuk penanaman.

4.2. Kebutuhan Air Tanaman

Kebutuhan air tanaman (Etc) dianalisa menggunakan metode radiasi . Faktor – faktor yang mempengaruhi nilai kebutuhan air tanaman antara lain, suhu (t), pengaruh suhu dan elevasi (W), kecerahan matahari (n/N), radiasi gelombang (Rs) dan koefisien tanaman (Kc).

Perhitungan kebutuhan air tanaman (Etc) pada setiap fase pertumbuhan tanaman adalah sebagai berikut:

1. Kebutuhan Air Tanaman Pada Fase Vegetatif (20 HST – 40 HST)

Data yang dibutuhkan:

Suhu (t)	= 28°C
Ea	= 37,907
Faktor pengaruh suhu dan elevasi (W)	= 0,775
Ra	= 16,05
Kecerahan matahari (n/N)	= 77,56 %
Radiasi gelombang (Rs)	= 10,728
Angka Koreksi (c)	= 0,800
Koefisien Tanaman (Kc)	= 0,80

Berdasarkan data di atas dapat dihitung nilai Evapotranspirasi potensial (ETo):

$$\begin{aligned} ETo &= c \times W \times Rs \\ &= 0,800 \times 0,775 \times 10,728 \\ &= 6,651 \text{ mm/hari} \end{aligned}$$

Kebutuhan air tanaman (ETc) adalah:

$$\begin{aligned} ETc &= Kc \times Eto \\ &= 0,80 \times 6,651 \text{ mm/hari} \\ &= 5,321 \text{ mm/hari} \end{aligned}$$

2. Kebutuhan Air Tanaman Pada Fase Pembungaan (40 HST – 50 HST)

Data yang dibutuhkan:

Suhu (t)	= 29,5°C
Ea	= 41,256

$$\text{Faktor pengaruh suhu dan elevasi (W)} = 0,790$$

$$\text{Ra} = 15,55$$

$$\text{Kecerahan matahari (n/N)} = 80 \%$$

$$\text{Radiasi gelombang (Rs)} = 10,605$$

$$\text{Angka Koreksi (c)} = 0,750$$

$$\text{Koefisien Tanaman (Kc)} = 1,25$$

Berdasarkan data di atas dapat dihitung nilai Evapotranspirasi potensial (ETo):

$$\begin{aligned} \text{ETo} &= c \times W \times \text{Rs} \\ &= 0,750 \times 0,790 \times 10,605 \\ &= 6,283 \text{ mm/hari} \end{aligned}$$

Kebutuhan air tanaman (ETc) adalah:

$$\begin{aligned} \text{ETc} &= \text{Kc} \times \text{ETo} \\ &= 1,25 \times 6,283 \text{ mm/hari} \\ &= 7,854 \text{ mm/hari} \end{aligned}$$

3. Kebutuhan Air Tanaman Pada Fase Pematangan (50 HST – 60 HST)

Data yang dibutuhkan:

$$\text{Suhu (t)} = 29,5^\circ\text{C}$$

$$\text{Ea} = 41,256$$

$$\text{Faktor pengaruh suhu dan elevasi (W)} = 0,790$$

$$\text{Ra} = 15,55$$

$$\text{Kecerahan matahari (n/N)} = 80 \%$$

$$\text{Radiasi gelombang (Rs)} = 10,605$$

$$\text{Angka Koreksi (c)} = 0,750$$

$$\text{Koefisien Tanaman (Kc)} = 0,95$$

Berdasarkan data di atas dapat dihitung nilai Evapotranspirasi potensial (ETo):

$$\begin{aligned} \text{ETo} &= c \times W \times \text{Rs} \\ &= 0,750 \times 0,790 \times 10,605 \\ &= 6,283 \text{ mm/hari} \end{aligned}$$

Kebutuhan air tanaman (ETc) adalah:

$$\begin{aligned} \text{ETc} &= \text{Kc} \times \text{ETo} \\ &= 0,95 \times 6,283 \text{ mm/hari} \\ &= 5,969 \text{ mm/hari} \end{aligned}$$

4. Kebutuhan Air Tanaman Pada Fase Pemasakan (60 HST – 80 HST)

Data yang dibutuhkan:

$$\text{Suhu (t)} = 30^{\circ}\text{C}$$

$$\text{Ea} = 42,446$$

$$\text{Faktor pengaruh suhu dan elevasi (W)} = 0,795$$

$$\text{Ra} = 14,55$$

$$\text{Kecerahan matahari (n/N)} = 85 \%$$

$$\text{Radiasi gelombang (Rs)} = 10,325$$

$$\text{Angka Koreksi (c)} = 0,750$$

$$\text{Koefisien Tanaman (Kc)} = 0,65$$

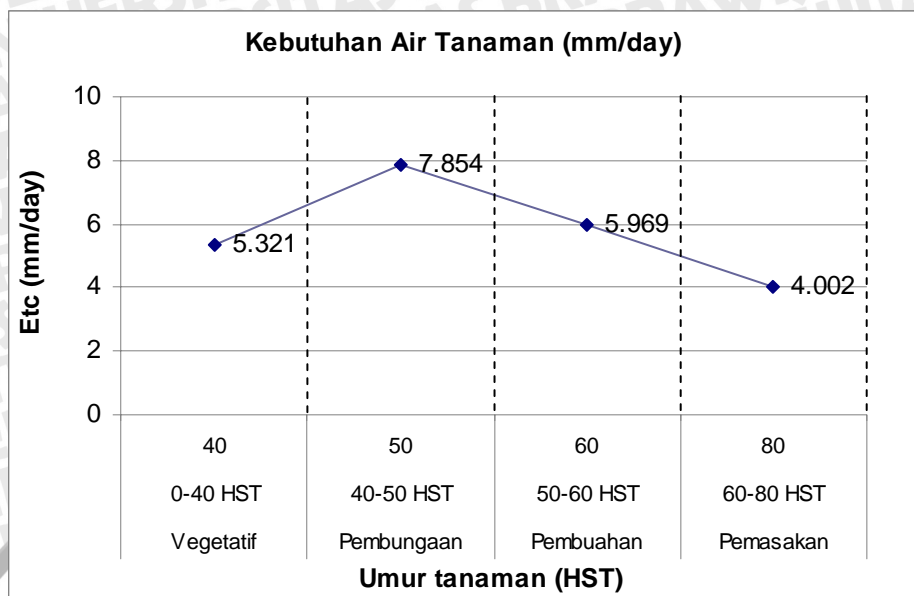
Berdasarkan data di atas dapat dihitung nilai Evapotranspirasi potensial (ETo):

$$\begin{aligned} \text{ETo} &= c \times W \times \text{Rs} \\ &= 0,750 \times 0,795 \times 10,325 \\ &= 6,156 \text{ mm/hari} \end{aligned}$$

Kebutuhan air tanaman (ETc) adalah:

$$\begin{aligned} \text{ETc} &= \text{Kc} \times \text{Eto} \\ &= 0,65 \times 6,156 \text{ mm/hari} \\ &= 4,002 \text{ mm/hari} \end{aligned}$$

Hasil analisa kebutuhan air tanaman menunjukkan bahwa pada fase generatif (pembungaan) membutuhkan air paling tinggi karena pada fase pembungaan, tanaman membutuhkan air yang cukup dalam proses pembentukan bunga dan selanjutnya pada proses penyerbukan dan pembentukan buah. (Gambar 4.1).



Gambar 4.1. Grafik Kebutuhan Air Tanaman

Kebutuhan air tanaman selama fase vegetatif adalah 5,321 mm/day (Lampiran 6). Pada masa vegetatif tanaman tomat membutuhkan suplai air hanya untuk pertumbuhan batang dan daun, sehingga kebutuhan airnya relatif kecil. Memasuki fase pembungaan, kebutuhan air tanaman meningkat pesat mencapai 7,854 mm/day (Lampiran 6). Hal ini menunjukkan bahwa pada fase pembungaan tanaman membutuhkan air dengan volume tertinggi, sebab apabila terjadi kekurangan air bunga tomat akan terganggu pada waktu penyerbukan, sehingga bunga menjadi kering dan gugur. Pada fase pematangan kebutuhan air tanaman menurun sampai 5.969 mm (Lampiran 6), sebab pada fase pembentukan buah tanaman masih membutuhkan air yang cukup untuk proses pematangan. Pada akhir fase pertumbuhan (fase pemasakan) tanaman membutuhkan air yang lebih kecil yaitu 4,002 mm (Lampiran 6). Hal ini disebabkan karena untuk mempercepat proses pematangan buah, tetapi apabila kekurangan air menyebabkan kerusakan pada buah (retak pada kulit buah) dan kekurangan kandungan air pada buah. (Pudjiatmoko; 2008).

4.3. Variasi Debit Emmitter dan Keseragaman Aliran Emmitter

Analisa debit emmitter ditujukan untuk mengetahui variasi debit emmitter dan koefisien keseragaman aliran emmitter, sehingga dapat disimpulkan bahwa emmitter yang akan digunakan telah memenuhi syarat desain emmitter.

4.3.1. Variasi Debit Emmitter

Variasi debit emmitter (q_{var}) dilakukan secara manual, yaitu dengan pengukuran debit keluaran emmitter menggunakan gelas ukur dalam waktu 5 (lima) menit. Pengelompokan dibedakan sesuai dengan kran dan kelompok perlakuan pemberian air. Data hasil pengukuran debit emmitter dapat dilihat pada Lampiran 7.

Perhitungan variasi debit emmitter untuk kran 1 (perlakuan E_1T_1) adalah:

$$Q_{maks} = 2,040 \text{ liter/jam}$$

$$Q_{min} = 1,980 \text{ liter/jam}$$

$$Q_{var} = \frac{q_{maks} - q_{min}}{q_{maks}}$$

$$= \frac{2,040 - 1,980}{2,040}$$

$$= 0,029$$

(Perhitungan untuk kran 2, 3, 4, 5, dan 6 dapat dilihat pada Lampiran 7)

Nilai variasi debit emmitter masing – masing kran perlakuan dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2. Variasi Debit Emmitter (q_{var})

Kran/ perlakuan	q maks (liter/jam)	q min (liter/jam)	q var
E_1T_1	2.040	1.980	0.029
E_2T_1	2.040	1.980	0.029
E_3T_1	2.040	1.980	0.029
E_1T_2	2.040	1.980	0.029
E_2T_2	2.040	1.980	0.029
E_3T_2	2.040	1.980	0.029

*)Keterangan: $0 \leq q_{var} \leq 0,10$ (syarat desain emmitter)

Hasil analisa variasi debit emmitter menunjukkan debit maksimum sebesar 2,040 liter/jam dan debit minimum sebesar 1,980 liter/jam. Variasi debit emmitter

untuk jaringan irigasi tetes adalah 0,029 (Lampiran 7). Nilai variasi debit emitter hasil perhitungan menunjukkan bahwa emitter memenuhi persyaratan desain emitter untuk sistem irigasi tetes. Richard H (1989) menyatakan instalasi irigasi tetes dapat diterima bila memenuhi syarat $q_{var} < (10\% \text{ s/d } 20\%)$.

Emitter yang telah di pasang pada jaringan irigasi tetes memiliki debit sebesar 1,980 liter/jam – 2,040 liter/jam.hal ini menunjukkan adanya perbedaan dengan spesifikasi debit emitter yang dikeluarkan pabrikan, yaitu sebesar 2,00 liter/jam. Perbedaan antara debit emitter di lapangan dengan debit emitter spesifikasi pabrikan terjadi karena pengaruh perletakan emitter pada tanaman, sehingga belokan pada pipa dapat mempengaruhi tekanan air dalam pipa.

4.3.2. Koefisien Keseragaman Aliran Emitter

Desain Irigasi tetes ideal akan mencapai 100% keseragaman aliran emitter (*Cristiansen, 1942*), sehingga setiap tanaman dapat menerima jumlah air yang sama untuk pertumbuhan. Kenyataan di lapang, keseragaman aliran tidak mungkin bisa mencapai 100% karena banyak faktor yang mempengaruhi. Desain yang tepat dari sistem irigasi harus mendapat keseragaman pemberian air pada tanah, sehingga mampu memberi air yang tepat selama selang waktu yang tepat pada seluruh sistem yang beroperasi sebagai satu kesatuan.

Perhitungan keseragaman aliran emitter (CU) untuk kran 1 (perlakuan E_1T_1) adalah:

- S.dev = 0,026
- Rata-rata (m) = 2,027
- Jumlah emitter (n) = 9

$$CU = 100x \left(1 - \frac{\sum s.dev}{m.n} \right)$$

$$= 100x \left(\frac{0,026}{2,027x9} \right) = 99,85\%$$

Keterangan:
 m : rata – rata per kelompok perlakuan
 n : jumlah sampel per kelompok perlakuan

Hasil analisa koefisien keseragaman aliran emitter (CU) dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3. Koefisien Keseragaman Aliran Emitter (CU)

Kran/ perlakuan	st.dev	m	CU
E1T1	0.026	2.027	99.85%
E2T1	0.032	2.013	99.83%
E3T1	0.032	2.007	99.82%
E1T2	0.032	2.007	99.82%
E2T2	0.030	2.020	99.83%
E3T2	0.026	2.027	99.85%

*)Keterangan: $CU \geq 80\%$ (seragam)

Variasi aliran emitter dapat dihitung menggunakan Koefisien keseragaman (*Coefficient of Uniformity/CU*) (*Cristiansen, 1942*). Dari hasil perhitungan debit penetes didapatkan nilai CU, kran pertama 99,85%, kran ke-dua 99,83%, kran ke-tiga 99,82%, kran ke-empat 98,82%, kran ke-lima 99,83% dan kran ke-enam 99,85%. Dari hasil perhitungan dapat disimpulkan bahwa debit emitter yang terjauh dari sumber, keseragaman penyebarannya lebih besar yaitu pada kran 1 dan kran 6. Hal ini dimungkinkan karena tekanan yang lebih kecil akibat pengaruh belokan, dibanding kran 2, kran 3, kran 4, dan kran 5.

Hasil perhitungan koefisien keseragaman menjelaskan bahwa keseragaman emitter (CU) memenuhi persyaratan desain emitter dan dapat dilanjutkan ke tahapan penelitian selanjutnya.

4.4. Pertumbuhan Tinggi Tanaman

Analisa varian pertumbuhan tinggi tanaman dihitung menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang disusun secara faktorial. Contoh perhitungan analisis ragam pertumbuhan tinggi tanaman umur 30 HST adalah sebagai berikut:

- $$FK = (T_{ij})^2 / (k \times t)$$

$$= (535,833^2) / (3 \times 6)$$

$$= 15950,965$$
- $$JK_{total} = T (Y_{ij}^2) - FK = \{ (Y_{10})^2 + (Y_{11})^2 \dots + (Y_{ij})^2 \dots + (Y_{rt})^2 \} - FK$$

$$= \{ (31,33^2) + (34,00^2) + (32,67^2) + (28,67^2) + (32,33^2) + (31,33^2) + (30,00^2) + (27,00^2) + (29,67^2) + (36,33^2) + (29,83^2) + (37,33) + \dots \} - FK$$

$$(23,67^2) + (27,33^2) + (29,67^2) + (22,33^2) + (25,33^2) + (27,00^2)\} - 15950,695$$

$$= 272,841$$

$$3. JK_{kelompok} = (TK^2) / t - FK = \{ (TK_1)^2 + \dots + (TK_k)^2 \} / t - FK$$

$$= \{190,33^2\} + (190,167^2) + (155,33^2)\} / 6 - 15950,965$$

$$= 135,466$$

$$4. JK_{perlakuan} = \{ (TP_j)^2 / k \} - FK = \{ (TP_1)^2 + (TP_2)^2 + \dots + (TP_t)^2 \} / k - FK$$

$$= \{ (28,33^2) + (29,44^2) + (30,66^2) + (29,11^2) + (29,16^2) + (31,89^2) \} / 3 - 15950,965$$

$$= 24,785$$

$$5. JK_{Galat} = JK_{total} - JK_{kelompok} - JK_{perlakuan}$$

$$= 272,841 - 135,466 - 24,785$$

$$= 112,590$$

$$6. KT_{Kelompok} = (JK_{kelompok}) / v_1$$

$$= 135,466 / (3-1)$$

$$= 67,733$$

$$7. KT_{Perlakuan} = (JK_{perlakuan}) / v_2$$

$$= 24,785 / (6-1)$$

$$= 4,957$$

$$8. KT_{galat} = (JK_{galat}) / v_3$$

$$= 112,590 / (17 - 2 - 5)$$

$$= 11,259$$

$$9. F_{hitung} \quad (Sk)^2 / (Se)^2 = KT_{kelompok} / KT_{galat}$$

$$= 67,733 / 11,259$$

$$= 6,016$$

$$(St)^2 / (Se)^2 = KT_{perlakuan} / KT_{galat}$$

$$= 4,957 / 11,259$$

$$= 0,440 \text{ (tidak berbeda nyata)}$$

(Perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada Lampiran 9.)

Hasil analisa pertumbuhan tinggi tanaman pada umur 30 HST menunjukkan bahwa tidak terjadi perbedaan yang nyata (Lampiran 9). Hal ini dapat disebabkan karena tanaman tomat pada umur 30 HST masih dalam masa

stagnasi, yaitu penyesuaian tanaman terhadap media baru setelah dipindahkan dari pembibitan. Selain itu dapat dipengaruhi faktor tanah, yaitu pada umur 30 HST tanah masih memiliki kandungan humus yang masih merata dan struktur tanah yang relatif sama, sehingga kemampuan tanah untuk menyimpan air masih seimbang.

Pengaruh metode pemberian air terhadap pertumbuhan tinggi tanaman pada setiap pengamatan tinggi tanaman ditampilkan pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4. Pengaruh metode pemberian air terhadap tinggi tanaman

Perlakuan	Rata - rata Tinggi Tanaman (Cm)			
	30 HST	40 HST	50 HST	60 HST
E ₁ T ₁	28.333 a	48.111 cd	63.000 c	70.556 b
E ₂ T ₁	29.444 a	35.278 a	56.111 ab	68.056 ab
E ₃ T ₁	30.667 a	46.000 bc	65.889 c	73.889 c
E ₁ T ₂	29.111 a	43.778 b	54.667 a	66.667 a
E ₂ T ₂	29.167 a	37.667 a	56.333 ab	68.889 ab
E ₃ T ₂	31.889 a	49.444 d	62.556 bc	78.111 d

Keterangan: Notasi dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata

Tinggi tanaman umur 40 HST pada setiap perlakuan pemberian air mengalami perbedaan yang nyata pada $\alpha = 0,01$ (Lampiran 9). Berdasarkan hasil analisa Duncan (DMRT) diketahui bahwa terjadi perbedaan yang sangat nyata pada tinggi tanaman antara hasil perlakuan E₁T₁ (48.111 cm) dengan E₂T₁ (35,278 cm), E₁T₂ (43,778 cm) dan E₂T₂ (37,667 cm) (Lampiran 9). Demikian juga untuk hasil perlakuan E₃T₁ (46,00 cm) dengan E₂T₁ (35,278 cm), E₂T₂ (37,667 cm) dan E₃T₂ (49,444 cm) (Lampiran 9) terjadi perbedaan tinggi tanaman yang sangat nyata. Sehingga dapat disimpulkan tinggi tanaman maksimal pada umur 40 HST terjadi pada perlakuan pemberian air 120% Etc dan periode 3 harian (E₃T₂), dan tidak berbeda nyata terhadap perlakuan E₁T₁, E₃T₁ dan E₁T₂. sedangkan tinggi tanaman terendah terjadi pada hasil perlakuan E₂T₁ dan E₂T₂ (Lampiran 9).

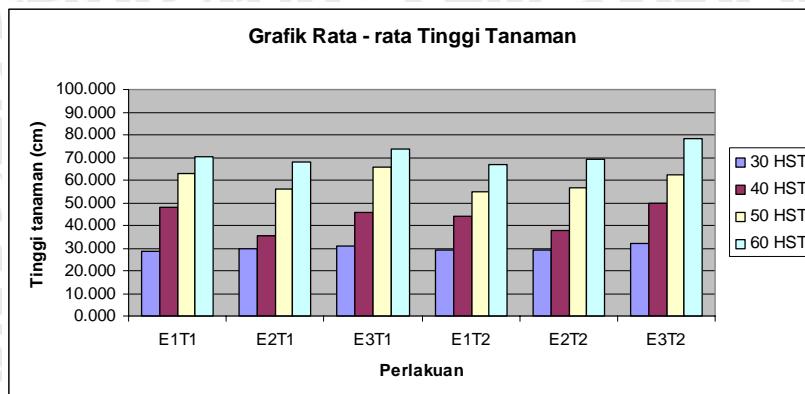
Hasil analisa tinggi tanaman pada umur tanam 50 HST menunjukkan adanya perbedaan yang nyata pada $\alpha = 0,05$ (Lampiran 9). Terjadinya perbedaan tinggi tanaman dipengaruhi oleh volume pemberian air, tanaman tomat membutuhkan air dalam volume yang cukup, karena apabila terjadi kelebihan air

dapat mengganggu pertumbuhan tinggi tanaman tomat. Sehingga untuk pemberian air dengan volume yang besar, diperlukan periode pemberian air yang sesuai agar tanah tidak jenuh air.

Tinggi tanaman pada perlakuan E_1T_1 adalah 63,00 cm (Lampiran 9) dan tidak berbeda nyata terhadap perlakuan E_3T_1 dan E_3T_2 . Tetapi memiliki perbedaan tinggi tanaman yang nyata terhadap perlakuan E_2T_1 , E_1T_2 dan E_2T_2 (Lampiran 9). Pada perlakuan E_1T_2 memiliki tinggi tanaman 54,667 cm dan tidak berbeda nyata terhadap perlakuan E_2T_1 dan E_2T_2 (Lampiran 9).

Hasil analisa tinggi tanaman tomat pada umur 60 HST menunjukkan bahwa terjadi perbedaan yang nyata pada $\alpha = 0,01$ (Lampiran 9). Perlakuan E_1T_2 memiliki tinggi tanaman 66,667 cm dan tidak berbeda nyata terhadap tinggi tanaman pada perlakuan E_2T_1 (68.056 cm) dan E_2T_2 (68.889 cm). Tetapi memiliki perbedaan tinggi tanaman yang nyata terhadap tinggi tanaman pada perlakuan E_1T_1 (70.556 cm), E_3T_1 (73.889 cm) dan E_3T_2 (78.111 cm) (Lampiran 9). Tinggi tanaman tomat pada umur 60 HST sangat terlihat perbedaannya, hal ini dipengaruhi oleh volume air yang diberikan, sehingga pada perlakuan dengan volume air terbesar (120%Etc) dapat menghasilkan tanaman dengan tinggi yang maksimal. Namun, periode pemberian air juga menentukan pertumbuhan tinggi tanaman tomat, karena tanaman tomat membutuhkan air yang cukup.

Pemberian air yang berlebihan dapat mengakibatkan tanah menjadi jenuh air, sehingga dapat mengganggu pertumbuhan tanaman tomat. Metode pemberian air dengan periode pemberian air yang lebih lama dapat membantu pertumbuhan tanaman tomat untuk menghasilkan tinggi tanaman yang maksimal (periode 3 harian). (Pudjiatmoko; 2008), menyatakan bahwa pemberian air yang berlebihan pada areal tanaman tomat dapat menyebabkan tanaman tomat tumbuh memanjang, tidak mampu menyerap unsur-unsur hara dan mudah terserang penyakit. Apabila kekurangan air yang berkepanjangan pada pertanaman tomat dapat mengganggu pertumbuhan tanaman pada stadia awal. Lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 4.2. berikut.



Gambar 4.2. Grafik pengaruh metode pemberian air terhadap tinggi tanaman

Tinggi tanaman dengan perlakuan E₃T₂ (120%Etc- 3 harian) memiliki pertumbuhan yang lebih baik dibandingkan perlakuan lainnya. Dapat dilihat dari tinggi tanaman pada perlakuan E₃T₂ memiliki tinggi maksimal, yaitu 78,111 cm.(Tabel 4.4) dan berbeda nyata pada $\alpha = 0,01$ terhadap hasil perlakuan lainnya. Gambar 4.2. menunjukkan bahwa semakin besar volume air dan semakin lama periode pemberian air dapat menghasilkan pertumbuhan tinggi tanaman yang maksimal.

4.5. Jumlah Bunga

Analisa varian jumlah bunga dihitung menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang disusun secara faktorial. Contoh perhitungan analisis ragam jumlah bunga pada umur 40 HST adalah sebagai berikut:

1. $FK = (T_{ij})^2 / (k \times t)$
 $= (366,67^2) / (3 \times 6)$
 $= 7469,136$
2. $JK_{total} = T (Y_{ij})^2 - FK = \{ (Y_{10})^2 + (Y_{11})^2 \dots + (Y_{ij})^2 \dots + (Y_{rt})^2 \} - FK$
 $= \{ (23,00^2) + (25,00^2) + (24,00^2) + (28,33^2) + (17,00^2) + (28,00^2) + (20,67^2) + (17,00^2) + (16,67^2) + (16,67^2) + (20,67^2) + (20,67^2) + (15,33^2) + (17,33^2) + (22,67^2) + (17,67^2) + (19,00^2) + (17,00^2) \} - 7469,136$
 $= 273,975$
3. $JK_{kelompok} = (TK^2) / t - FK = \{ (TK_1)^2 + \dots + (TK_k)^2 \} / t - FK$
 $= \{ 145,333^2 + (112,333^2) + (109,000^2) \} / 6 - 7469,136$

$$= 134,457$$

$$4. JK_{\text{perlakuan}} = \{ (TP_j)^2 / k \} - FK = \{ (TP_1)^2 + (TP_2)^2 + \dots + (TP_t)^2 \} / k - FK$$

$$= \{ (59,00^2) + (59,33^2) + (63,33^2) + (62,67^2) + (56,67^2) + (65,67^2) \} / 3 - 7469,136$$

$$= 18,494$$

$$5. JK_{\text{Galat}} = JK_{\text{total}} - JK_{\text{kelompok}} - JK_{\text{perlakuan}}$$

$$= 273,975 - 134,457 - 18,494$$

$$= 121,025$$

$$6. KT_{\text{Kelompok}} = (JK_{\text{kelompok}}) / v_1$$

$$= 134,457 / (3-1)$$

$$= 67,228$$

$$7. KT_{\text{Perlakuan}} = (JK_{\text{perlakuan}}) / v_2$$

$$= 18,494 / (6-1)$$

$$= 3,699$$

$$8. KT_{\text{galat}} = (JK_{\text{galat}}) / v_3$$

$$= 121,025 / (17 - 2 - 5)$$

$$= 12,102$$

$$9. F_{\text{hitung}} \quad (S_k)^2 / (S_e)^2 = KT_{\text{kelompok}} / KT_{\text{galat}}$$

$$= 67,228 / 12,102$$

$$= 5,555$$

$$(S_t)^2 / (S_e)^2 = KT_{\text{perlakuan}} / KT_{\text{galat}}$$

$$= 3,699 / 12,102$$

$$= 0,306 \text{ (tidak berbeda nyata)}$$

(Perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada Lampiran 10.)

Hasil analisa varian menggunakan Rancangan Acak Kelompok (uji DMRT) menunjukkan bahwa pada awal berbunga, tanaman tomat memiliki jumlah kuncup bunga yang relatif sama pada setiap perlakuan pemberian air. Tetapi pada fase pembentukan buah, jumlah bunga tanaman tampak terjadi perbedaan yang nyata. Hal ini akibat pengaruh proses penyerbukan bunga, sehingga pada fase pembentukan buah tidak semua bunga mengalami pembuahan. Pengaruh metode pemberian air terhadap jumlah bunga pada tanaman tomat ditampilkan pada Tabel 4.5. berikut.

Tabel 4.5. Pengaruh metode pemberian air terhadap jumlah bunga

Perlakuan	Rata - rata jumlah bunga		
	40 HST	45 HST	50 HST
E ₁ T ₁	19.667 a	20.667 ab	14.556 ab
E ₂ T ₁	19.778 a	17.222 a	11.111 a
E ₃ T ₁	21.111 a	30.333 bc	26.778 cd
E ₁ T ₂	20.889 a	26.222 abc	20.000 bc
E ₂ T ₂	18.889 a	23.444 abc	22.667 cd
E ₃ T ₂	21.889 a	31.556 c	28.667 d

Keterangan: Notasi dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata

Rata-rata jumlah bunga tanaman tomat pada umur 40 HST tidak terjadi perbedaan yang nyata pada setiap perlakuan pemberian air (Lampiran 10). Hal ini disebabkan masih pada awal pembentukan bunga, sehingga perlakuan pemberian air belum berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan bunga tanaman tomat.

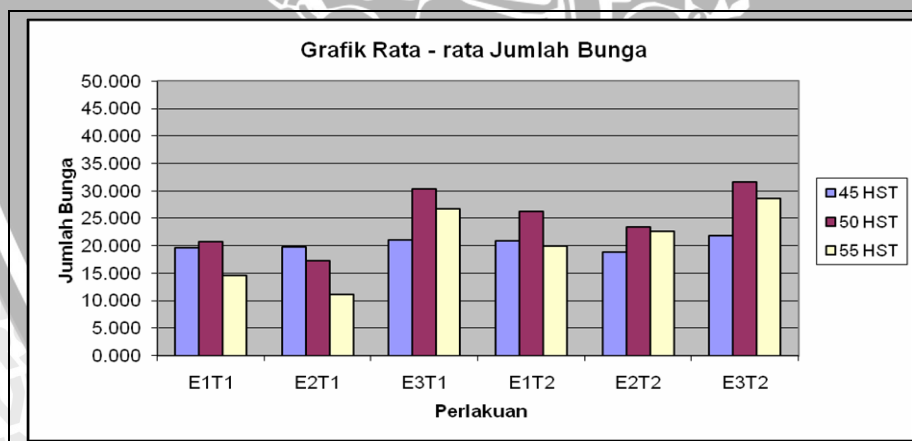
Hasil analisa pertumbuhan bunga tanaman tomat pada umur 45 HST menunjukkan bahwa tidak terjadi perbedaan yang nyata (Lampiran 10). Volume air yang diberikan dan lama periode pemberian air mempengaruhi pertumbuhan bunga tanaman tomat, meskipun secara statistik menunjukkan bahwa tidak terjadi perbedaan yang nyata. Seperti pada perlakuan dengan volume air 120%Etc, memiliki rata – rata jumlah bunga yang maksimal, yaitu pada E₃T₁ (30,33) dan E₃T₂ (31,55). Perlakuan dengan hasil pertumbuhan bunga terendah terjadi pada perlakuan E₂T₁ (17,22), tetapi tidak berbeda nyata terhadap perlakuan E₁T₁ (19,667), E₁T₂ (20.889), dan E₂T₂ (18.889) (Lampiran 10). Hal ini sesuai dengan karakteristik tanaman tomat yang membutuhkan cukup air, sehingga apabila tanaman tomat mengalami kekurangan atau kelebihan air dapat mengganggu pertumbuhan tanaman tomat khususnya pada fase pembungaan.

Bunga tomat pada umur tanam 50 HST menunjukkan perbedaan yang nyata pada $\alpha = 0,01$ (Lampiran 10). Pada umur 50 HST, bunga tomat sebagian besar telah mengalami penyerbukan dan telah menjadi bakal buah. Faktor air sangat berpengaruh terhadap proses penyerbukan untuk menjadi bakal buah. Apabila terjadi kekurangan air dapat mengakibatkan bunga gugur atau buah

gugur. Karena pada fase ini, tanaman tomat perlu menyuplai makanan untuk bunga dan juga untuk pertumbuhan batang tanaman tomat.

Tabel 4.5. menunjukkan bahwa dari hasil analisa statistik (RAK) tanaman tomat dengan jumlah bunga maksimal terjadi pada perlakuan E_3T_2 (28.667). Meskipun demikian tidak terjadi perbedaan jumlah bunga yang nyata antara E_3T_2 (28.667), E_2T_2 (22.667) dan E_3T_1 (26.778). Perbedaan yang nyata terjadi antara hasil perlakuan E_3T_2 (28.667) dengan hasil perlakuan E_1T_1 (14.556), E_2T_1 (11.111) dan E_1T_2 (20.000) (Lampiran 10).

Perlakuan dengan hasil pertumbuhan bunga yang maksimal adalah perlakuan dengan periode pemberian air yang lebih lama (3 harian) dan volume air yang lebih besar (120%Etc) yaitu E_3T_2 dengan rata – rata jumlah bunga sebanyak 28,667 buah. (Pudjiatmoko; 2008), menyatakan bahwa pemberian air yang berlebihan pada areal tanaman tomat dapat menyebabkan tanaman tomat tidak mampu menyerap unsur-unsur hara dan mudah terserang penyakit. Apabila kekurangan air pada masa pembentukan bunga dapat menyebabkan kerontokan bunga. Sehingga perlakuan pemberian air dengan volume lebih besar diperlukan periode pemberian air yang lebih lama agar tanah tidak mengalami jenuh air. Lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 4.3. berikut.



Gambar 4.3. Grafik pengaruh metode pemberian air terhadap jumlah bunga

Gambar 4.3. menjelaskan bahwa bunga tomat pada perlakuan dengan periode 3 harian memiliki pertumbuhan bunga yang maksimal.

4.6. Jumlah Buah

Analisa varian jumlah buah dihitung menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang disusun secara faktorial. Contoh perhitungan analisis ragam jumlah buah pada umur 50 HST adalah sebagai berikut:

1. $FK = (T_{ij})^2 / (kx t)$
 $= (109,00^2) / (3x6)$
 $= 660,056$
2. $JK_{total} = T (Y_{ij}^2) - FK = \{ (Y_{10})^2 + (Y_{11})^2 \dots + (Y_{ij})^2 \dots + (Y_{it})^2 \} - FK$
 $= \{ (5,67^2) + (6,67^2) + (5,67^2) + (6,67^2) + (5,67^2) + (8,33^2) + (4,67^2)$
 $+ (6,00^2) + (3,67^2) + (6,33^2) + (7,33^2) + (4,00^2) + (4,33^2) +$
 $(3,67^2) + (6,33^2) + (7,33^2) + (8,00^2) + (8,67^2) \} - 660,056$
 $= 40,944$
3. $JK_{kelompok} = (TK^2) / t - FK = \{ (TK_1)^2 + \dots + (TK_k)^2 \} / t - FK$
 $= \{ (38,667^2) + (32,000^2) + (38,333^2) \} / 6 - 660,056$
 $= 4,704$
4. $JK_{perlakuan} = \{ (TP_j)^2 / k \} - FK = \{ (TP_2)^2 + (TP_2)^2 + \dots + (TP_t)^2 \} / k - FK$
 $= \{ (14,67^2) + (16,33^2) + (15,67^2) + (20,33^2) + (21,00^2) +$
 $(21,00^2) \} / 3 - 660,056$
 $= 14,204$
5. $JK_{Galat} = JK_{total} - JK_{kelompok} - JK_{perlakuan}$
 $= 40,944 - 4,704 - 14,204$
 $= 22,037$
6. $KT_{Kelompok} = (JK_{kelompok}) / v_1$
 $= 4,704 / (3-1)$
 $= 2,352$
7. $KT_{Perlakuan} = (JK_{perlakuan}) / v_2$
 $= 14,204 / (6-1)$
 $= 2,841$
8. $KT_{galat} = (JK_{galat}) / v_3$
 $= 22,037 / (17 - 2 - 5)$
 $= 2,204$
9. $F_{hitung} = (Sk)^2 / (Se)^2 = KT_{kelompok} / KT_{galat}$
 $= 2,352 / 2,204$

$$= 1,067$$

$$(S\tau)^2 / (S\varepsilon)^2 = KT \text{ perlakuan} / KT \text{ galat}$$

$$= 2,841 / 2,204$$

$$= 1,289 \text{ (tidak berbeda nyata)}$$

(Perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada Lampiran 11.)

Hasil analisa varian menunjukkan bahwa rata-rata jumlah buah pada saat tanaman berumur 50 HST, 55 HST dan 60 HST tidak terjadi perbedaan yang nyata. Pada tanaman umur 50 HST, tanaman dengan rata-rata jumlah buah maksimal ada pada perlakuan E₃T₂ (7,00) dan E₂T₂ (7,00). Meskipun demikian, antara perlakuan E₃T₂ (7,00), E₂T₂ (7,00), E₁T₂ (6.778), E₃T₁ (5.222), E₂T₁ (5.444) dan E₁T₁ (4.889) tidak berbeda nyata karena nilai F_{hitung} (1,289) ≤ F_{tabel} (α 0,05 = 3,330 dan α 0,01 = 5,640) (Lampiran 11).

Hasil analisa varian jumlah buah pada umur 55 HST, tanaman memiliki rata-rata jumlah buah yang tidak berbeda nyata (Lampiran 11). Rata-rata jumlah buah maksimal terdapat pada hasil perlakuan E₁T₂ (13,111 buah). Selanjutnya 13,000 buah pada perlakuan E₃T₂, 11,333 buah pada perlakuan E₂T₂, 11,444 buah pada perlakuan E₃T₁, 9,667 buah pada perlakuan E₂T₁ dan 10,778 buah pada perlakuan E₁T₁.

Rata-rata jumlah bakal buah tanaman pada saat tanaman berumur 60 HST tidak berbeda nyata (Lampiran 11). Jumlah bakal buah maksimal pada tanaman tomat umur 60 HST terdapat pada perlakuan E₃T₂ dengan rata – rata jumlah bakal buah sebanyak 18,889 buah. Perlakuan dengan rata-rata jumlah buah terendah terdapat pada perlakuan E₂T₁, dengan jumlah 11,778 buah (Lampiran 11)

Tabel 4.6. Pengaruh metode pemberian air terhadap jumlah bakal buah

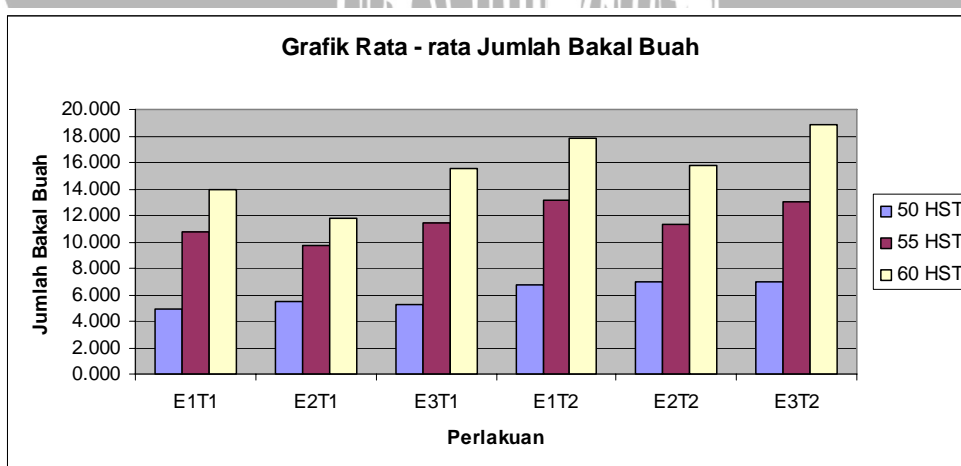
Perlakuan	Rata - rata jumlah bakal buah		
	50 HST	55 HST	60 HST
E ₁ T ₁	4.889 a	10.778 a	13.889 ab
E ₂ T ₁	5.444 a	9.667 a	11.778 a
E ₃ T ₁	5.222 a	11.444 a	15.556 ab
E ₁ T ₂	6.778 a	13.111 a	17.778 b
E ₂ T ₂	7.000 a	11.333 a	15.778 ab
E ₃ T ₂	7.000 a	13.000 a	18.889 b

Keterangan: Notasi dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata

Perlakuan dengan volume air (E) lebih besar dan periode lebih lama (T) memiliki pertumbuhan buah yang lebih baik, seperti pada perlakuan E₃T₂, pada awal pembuahan (50 HST) telah memiliki jumlah yang relatif lebih banyak sampai dengan fase pembuahan (60 HST) terus meningkat dan tetap memiliki jumlah buah yang lebih banyak. Pada umur tanaman 60 HST, perlakuan dengan periode 3 harian memiliki hasil jumlah buah yang lebih baik dari perlakuan dengan periode 1 harian, walaupun secara statistik tidak menunjukkan perbedaan yang nyata (Tabel 4.6).

Tanaman tomat pada fase pembuahan tidak boleh kekurangan air dan kelebihan air. Apabila terjadi kekurangan air, buah tomat hasil pembuahan dapat mengalami gugur buah atau buah menjadi kering. Sebaliknya, apabila terjadi kelebihan air buah tomat *rentan* terhadap penyakit buah seperti busuk buah. (Pudjiatmoko; 2008), menyatakan bahwa pemberian air yang berlebihan pada areal tanaman tomat dapat menyebabkan tanaman tomat tidak mampu menyerap unsur-unsur hara dan mudah terserang penyakit. Apabila kekurangan air pada masa pembentukan buah dapat mengakibatkan pecah-pecah pada buah. Sehingga perlakuan pemberian air dengan volume lebih besar diperlukan periode pemberian air yang lebih lama agar kebutuhan air tanaman terpenuhi dan tanah tidak mengalami jenuh air.

Pengaruh metode pemberian air berdasarkan volume air yang diberikan dan periode pemberian terhadap jumlah bakal buah ditampilkan pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4. Grafik pengaruh metode pemberian air terhadap jumlah buah

4.7. Berat Buah Hasil Panen I

Analisa varian berat buah dihitung menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang disusun secara faktorial. Contoh perhitungan analisis ragam berat buah pada panen I adalah sebagai berikut:

1. $FK = (T_{ij})^2 / (kx t)$
 $= (21938.0862^2) / (3x6)$
 $= 436126.113$
2. $JK_{total} = T (Y_{ij})^2 - FK = \{ (Y_{10})^2 + (Y_{11})^2 \dots + (Y_{ij})^2 \dots + (Y_{rt})^2 \} - FK$
 $= \{ (139.03^2) + (135.03^2) + (165.73^2) + (132.53^2) + (114.63^2) +$
 $(210.10^2) + (127.67^2) + (130.13^2) + (143.87^2) + (138.97^2) +$
 $(146.03^2) + (226.93^2) + (129.80^2) + (135.50^2) + (150.97^2) +$
 $(152.70^2) + (182.17^2) + (240.03^2) \} - 436126.113$
 $= 21938.0862$
3. $JK_{kelompok} = (TK^2) / t - FK = \{ (TK_1)^2 + \dots + (TK_k)^2 \} / t - FK$
 $= \{ (897.067^2) + (913.600^2) + (991.167^2) \} / 6 - 436126.113$
 $= 841.375$
4. $JK_{perlakuan} = \{ (TP_j)^2 / k \} - FK = \{ (TP_2)^2 + (TP_2)^2 + \dots + (TP_t)^2 \} / k - FK$
 $= \{ (396.500^2) + (400.667^2) + (460.567^2) + (424.200^2) + (442.833^2)$
 $+ (677.067^2) \} / 3 - 436126.113$
 $= 18651.872$
5. $JK_{Galat} = JK_{total} - JK_{kelompok} - JK_{perlakuan}$
 $= 21938.0862 - 841.375 - 18651.872$
 $= 2444.839$
6. $KT_{Kelompok} = (JK_{kelompok}) / v_1$
 $= 841,375 / (3-1)$
 $= 420,687$
7. $KT_{Perlakuan} = (JK_{perlakuan}) / v_2$
 $= 18651,872 / (6-1)$
 $= 3730.374$
8. $KT_{galat} = (JK_{galat}) / v_3$
 $= 2444,839 / (17 - 2 - 5)$
 $= 244.484$

$$\begin{aligned}
 9. F_{hitung} \quad (S_k)^2 / (S_e)^2 &= \text{KT kelompok} / \text{KT galat} \\
 &= 420,687 / 244,484 \\
 &= 1,721 \\
 (S_\tau)^2 / (S_e)^2 &= \text{KT perlakuan} / \text{KT galat} \\
 &= 3730,374 / 244,484 \\
 &= 15,258 \text{ (berbeda nyata pada } \alpha = 0,01)
 \end{aligned}$$

(Perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada Lampiran 12.)

Hasil analisa varian menggunakan Rancangan Acak Kelompok dengan uji Duncan (*Duncan Multiple Range Test*) menunjukkan bahwa dengan adanya perlakuan pemberian air berdasarkan volume dan periode pemberian yang berbeda menghasilkan produksi buah yang berbeda nyata pada $\alpha = 0,01$ (Lampiran 12.).

Hasil produksi tomat dengan perlakuan volume air 120% Etc dan periode 3 harian (E_3T_2) memiliki hasil yang maksimal dengan rata – rata berat buah sebesar 225,689 gram. Pada Tabel 4.7. dijelaskan bahwa perlakuan E_3T_2 memiliki hasil tertinggi dan berbeda nyata terhadap perlakuan lainnya.

Perlakuan dengan hasil produksi terendah terjadi pada perlakuan E_1T_1 , dengan berat rata – rata 132,167 gram. Tetapi tidak berbeda nyata terhadap perlakuan E_2T_1 (133,556 gram), E_3T_1 (153 gram), E_1T_2 (153,522 gram) , E_2T_2 (147,611 gram) (Lampiran 12.).

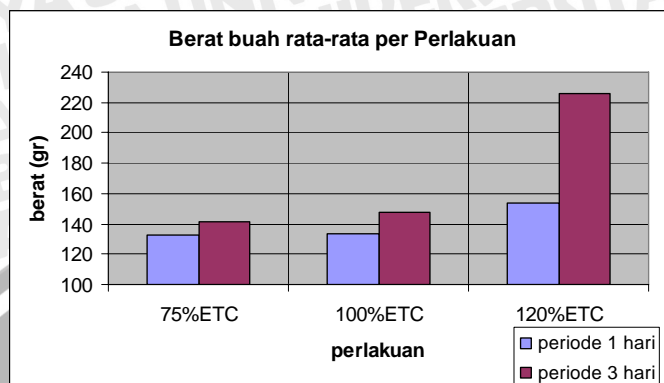
Tabel 4.7. Pengaruh metode pemberian air terhadap berat buah

Perlakuan	Rata - rata berat produksi
	80 HST
E_1T_1	132,167 a
E_2T_1	133,556 a
E_3T_1	153,522 a
E_1T_2	141,400 a
E_2T_2	147,611 a
E_3T_2	225,689 b

Keterangan: Notasi dengan huruf sama tidak berbeda nyata

Perlakuan dengan volume air (E) lebih besar dan periode lebih lama (T) memiliki hasil buah yang lebih baik, seperti pada perlakuan E_3T_2 . Hasil produksi dengan perlakuan yang periode pemberian air dilakukan 3 harian memiliki berat hasil yang lebih baik dibandingkan dengan perlakuan pemberian air periode 1 harian (Tabel 4.7).

Pengaruh metode pemberian air berdasarkan volume air yang diberikan dan periode pemberian terhadap hasil produksi buah tomat ditampilkan pada Gambar 4.5



Gambar 4.5. Grafik pengaruh metode pemberian air terhadap berat buah.

4.8. Efisiensi Pemakaian Air

Efisiensi pemakaian air perlakuan dengan volume air 120%Etc mempunyai nilai lebih besar dari satu (1), dan perlakuan dengan volume pemberian 75%ETc dan 100%Etc mempunyai nilai yang lebih kecil dari satu (1). Dan nilai efisiensi yang mendekati satu (1) adalah perlakuan dengan volume pemberian 100%ETc.(Tabel 4.8).

Tabel 4.8. Pengaruh Perlakuan Pemberian Air Terhadap Efisiensi Pemakaian Air

No	1	2	3	4	5	6
Perlakuan	Berat (Kg)	ET ₀ (liter)	Volume air (liter)	Penggunaan (kg/liter)	Pemberian (kg/liter)	Eff. Pemakaian
E1T1	0.132	0.311	0.213	0.4250	0.6207	0.685
E2T1	0.134	0.311	0.284	0.4294	0.4704	0.913
E3T1	0.154	0.311	0.341	0.4936	0.4506	1.095
E1T2	0.141	0.311	0.213	0.4547	0.6641	0.685
E2T2	0.148	0.311	0.284	0.4746	0.5199	0.913
E3T2	0.226	0.311	0.341	0.7257	0.6625	1.095

Keterangan:

- (1). Rata-rata berat buah
- (2). Rata-rata kebutuhan air potensial
- (3). Rata-rata volume pemberian air
- (4). Hasil Penggunaan Air = (1)/(2)
- (5). Hasil Pemberian Air = (1)/(3)
- (6). Efisiensi Pemakaian Air = (4)/(5)

Nisbah hasil penggunaan air / hasil pemberian air menunjukkan efisiensi Pemakaian Air. Perlakuan E_1T_1 , E_2T_1 , E_1T_2 , E_2T_2 masing – masing sebesar 0,685, 0,913, 0,685, 0,913 dan mempunyai nilai lebih kecil 1. Sedangkan perlakuan E_3T_1 dan E_3T_2 , masing – masing mempunyai efisiensi 1,095 dengan nilai lebih besar satu (1). (Tabel 4.8.)

Perlakuan E_1T_1 , E_2T_1 , E_1T_2 , E_2T_2 mempunyai nilai efisiensi pemakaian air yang lebih kecil satu dan mendekati satu, menunjukkan pemberian air pada perlakuan E_1T_1 , E_2T_1 , E_1T_2 , E_2T_2 lebih efisien dibandingkan dengan perlakuan E_3T_1 dan E_3T_2 yang mempunyai nilai diatas satu.

Perlakuan E_1T_1 dan E_1T_2 mempunyai nilai efisiensi yang rendah (0,685). Hal ini karena penggunaan air yang tinggi, sedangkan kekurangan pemberian air sehingga menyebabkan pertumbuhan terhambat dan produksi kurang maksimal. Oleh sebab itu perlu dilakukan penambahan volume pemberian air dan disesuaikan kebutuhan air potensial tanaman.

Efisiensi pemakaian air perlakuan E_2T_1 dan E_2T_2 memberikan efisiensi yang tinggi. Kedua perlakuan tersebut mempunyai efisiensi pemakaian air lebih besar 90% (0,913), hal ini menunjukkan banyaknya air yang dipergunakan sesuai dengan yang diberikan maka produksi akan optimal

Perlakuan E_3T_1 dan E_3T_2 mempunyai nilai efisiensi yang lebih besar satu (1,095), artinya bahwa banyaknya air yang diberikan melebihi kebutuhan air potensial tanaman. Pada perlakuan E_3T_2 memiliki pertumbuhan dan hasil yang maksimal. Hal ini menunjukkan bahwa dengan pemberian air yang lebih dapat memaksimalkan pertumbuhan dan hasil produksi tanaman.

4.8. Aplikasi Lapang

Irigasi Tetes (*Drip Irrigation*) dapat diterapkan pada lahan pertanian. Sebagai contoh pada lahan pertanian dengan ukuran 50m x 50m, dengan jenis tanaman tomat. Sistem irigasi tetes yang digunakan terdiri dari emitter, *small tube*, Pipa Lateral, Pipa Manifold, Pipa Utama, pompa dan peralatan pendukung lainnya (stop kran, sambungan pipa, saringan). Gambar Layout jaringan irigasi tetes dapat dilihat pada Gambar 4.6., dengan spesifikasi sebagai berikut:

$$\text{Luas Lahan} = 50 \times 50 = 2500 \text{ m}^2$$

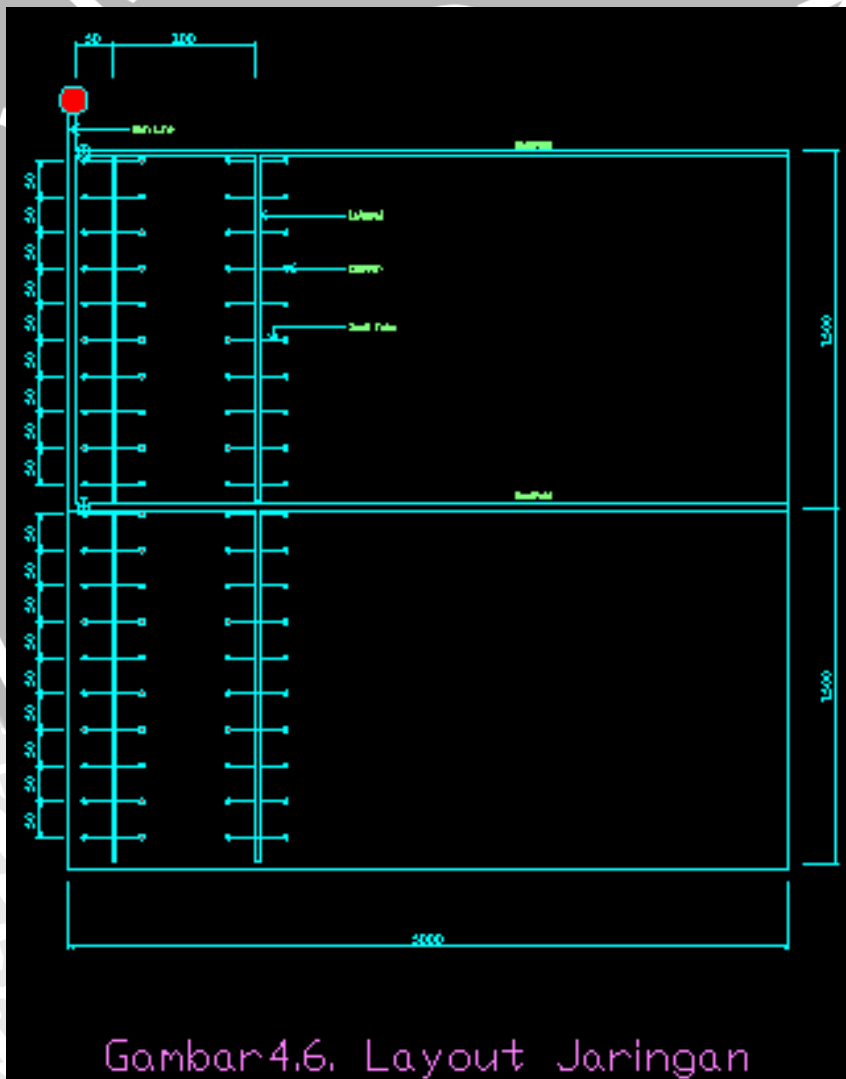
Jenis Tanaman = Tomat Varietas Permata
 Sistem Tanam = Sistem Bebas (100 cm x 50 cm)
 Jarak Baris Tanaman = 1 m = 100 cm
 Jarak Tanaman = 0,5 m = 50 cm
 Jumlah Emitter/tanaman = 1 buah
 Sehingga:

Jumlah Baris Tanaman = $\frac{5000}{100} = 50$ baris

Jumlah Tanaman/ baris = $\frac{5000}{50} = 100$ tanaman

Jumlah tanaman total = 5000 tanaman

Jumlah Emitter = 5000 emitter



Gambar 4.6. Layout Jaringan

Lateral menggunakan pipa PE dengan diameter 20 mm. Emitter diletakkan pada daerah perakaran tanaman dan dipasang pada *small tube* yang dihubungkan pada pipa lateral. (Gambar 4.7)

Spesifikasi instalasi pipa adalah sebagai berikut:

- Lateral

Lateral = PEØ20 mm

Panjang = 25 m / lateral (1 lateral = 2 baris tanaman)

Panjang total = 25 m x 25 baris x 2 blok = 1250 m

- *Small tube*

Panjang/ tanaman = 0,4 m = 40 cm

Panjang total = 0,4 m x 5000 tanaman = 2000 m

- Manifold

Manifold = PVCØ 3/4"

Panjang = 50 m

Panjang total = 100 m

- Pipa Utama

Panjang = 40 m (Ø 1")

- Pompa

Q emitter = 2 liter/jam

= 2 x 5000 = 10000 liter/jam

Jenis pompa = Interdab Jet 255 Auto + Tabung

Spesifikasi pompa = Out put : 250 watt

Daya hisap maks. : 30 meter

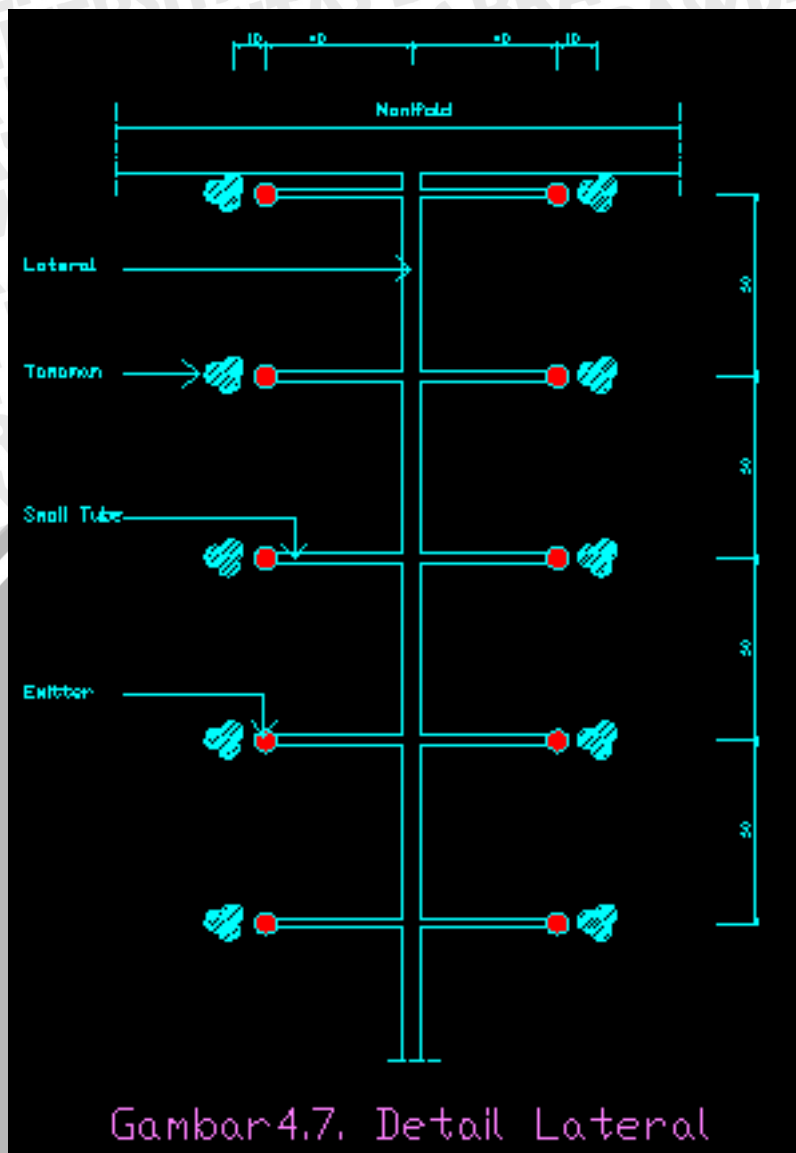
Daya dorong maks : 30 meter

Kapasitas maks. : 75 liter/menit = 4500 liter/jam

Diameter pipa : 1 1/4", 1"x 1"

Harga : Rp. 1.057.500,-

Pompa yang dibutuhkan = 3 buah pompa



Perkiraan hasil produksi tomat yang ditanam pada lahan seluas 50 m x 50 m, menggunakan irigasi tetes adalah sebagai berikut:

Berat buah/ batang = 237,30 gram = 0,2373 kg

Total = 0,2373 x 5000

= 1186,5 kg

Faktor kegagalan = 70%

Total hasil produksi = 70% x 1186,5

= 830,55 kg

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

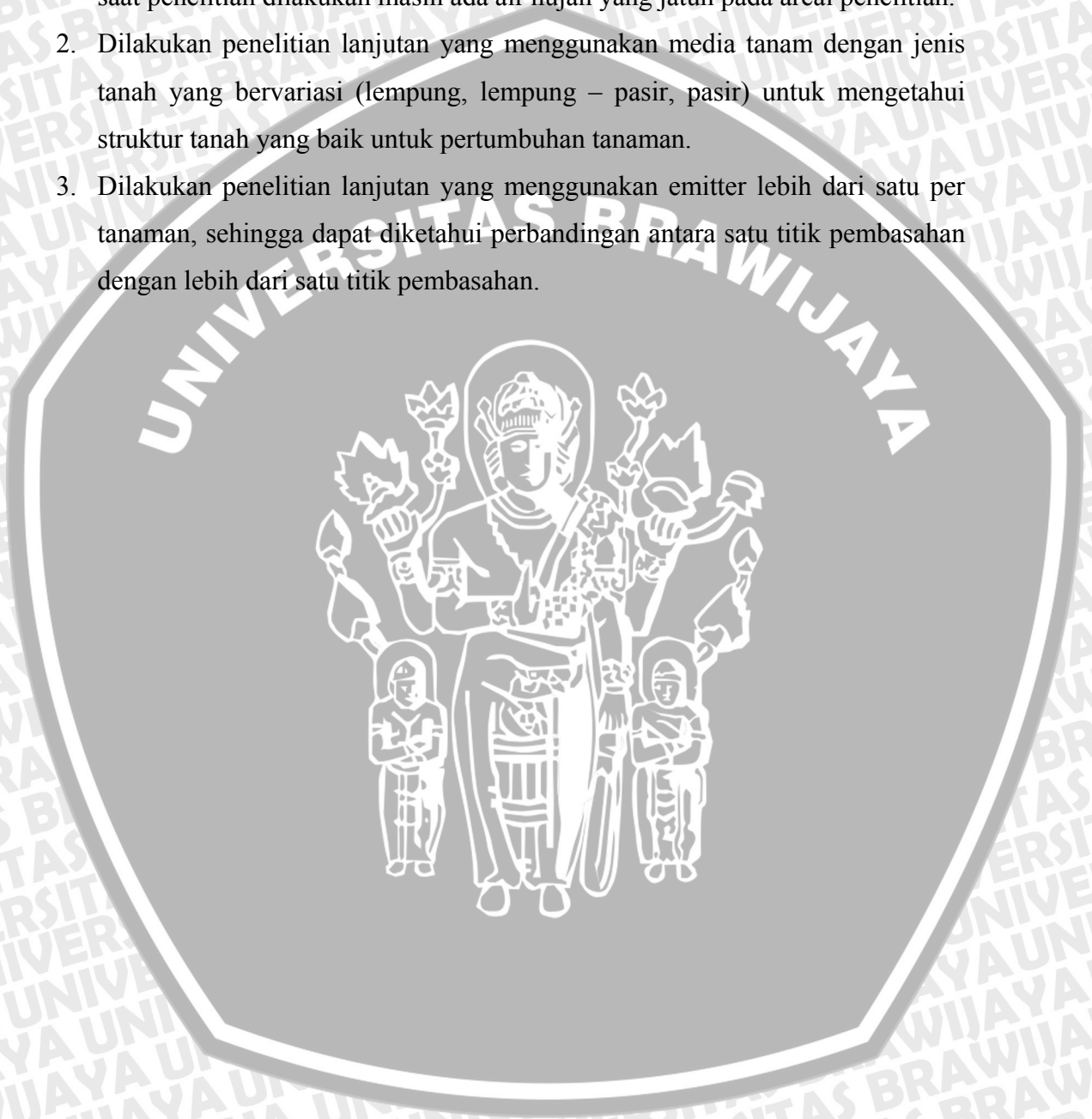
Kesimpulan dari hasil penelitian metode pemberian air berdasarkan volume pemberian air dan periode pemberian air menggunakan irigasi tetes untuk tanaman tomat adalah sebagai berikut:

1. Perlakuan dengan volume pemberian air 120% ETC mempunyai rata-rata tinggi tanaman per perlakuan yang lebih tinggi (78,11 cm), rata-rata jumlah bunga per perlakuan yang lebih banyak (28,667), rata-rata jumlah buah per perlakuan yang lebih banyak (18,889) dan rata-rata hasil produksi per perlakuan yang lebih berat (225,689 gram). Meningkatnya pertumbuhan dan hasil produksi pada perlakuan E_3T_2 sangat dipengaruhi juga oleh periode pemberian air. Dengan periode 3 harian tanah dalam kondisi Kapasitas Lapang, sehingga pada kondisi ini pertumbuhan tanaman akan baik karena ketersediaan air yang cukup. Sedangkan pada periode 1 harian tanah masih dalam kondisi jenuh, sehingga mengganggu pertumbuhan tanaman dan penyerapan unsur hara karena ketersediaan air yang berlebih..
2. Kebutuhan air pada setiap fase pertumbuhan memiliki nilai yang berbeda. Kebutuhan air pada fase vegetatif (0-40 HST) sebesar 5,321 mm/hari. Selama fase pembungaan (40-50 HST), tanaman tomat membutuhkan air sebesar 7,854 mm/hari dan mengalami penurunan pada fase pematangan buah (50-60 HST), yaitu 5,969 mm/hari. Kebutuhan air pada fase pemasakan buah (60-80 HST) merupakan kebutuhan air tanaman terkecil, yaitu 4,002 mm/hari. Kebutuhan air tanaman pada setiap fase pertumbuhan sangat dipengaruhi oleh nilai koefisien tanaman (K_c), suhu (t), dan kecerahan matahari (n/N).
3. Perlakuan E_3T_1 dan E_3T_2 mempunyai nilai efisiensi yang lebih besar satu (1,095), artinya bahwa banyaknya air yang diberikan melebihi kebutuhan air potensial tanaman. Pada perlakuan E_3T_2 memiliki pertumbuhan dan hasil yang maksimal. Hal ini menunjukkan bahwa dengan pemberian air yang lebih dapat memaksimalkan pertumbuhan dan hasil produksi tanaman.

5.2. Saran

Saran dari hasil penelitian yang telah dilaksanakan adalah sebagai berikut:

1. Dilakukan penelitian lanjutan tentang pengaruh volume pemberian dan periode pemberian air, khususnya pada perlakuan E_2T_1 dan E_2T_2 karena pada saat penelitian dilakukan masih ada air hujan yang jatuh pada areal penelitian.
2. Dilakukan penelitian lanjutan yang menggunakan media tanam dengan jenis tanah yang bervariasi (lempung, lempung – pasir, pasir) untuk mengetahui struktur tanah yang baik untuk pertumbuhan tanaman.
3. Dilakukan penelitian lanjutan yang menggunakan emitter lebih dari satu per tanaman, sehingga dapat diketahui perbandingan antara satu titik pembasahan dengan lebih dari satu titik pembasahan.



DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1990. *Metode Pengujian Kadar Air Tanah*. SNI 03-1965-1990. <http://www.pu.go.id/satminkal/balitbang/SNI/pdf/SNI%2003-19651990.pdf>. (diakses 30 mei 2008)
- Anonim . 2006. *Teknologi Irigasi Lahan Kering*. Jakarta: Departemen Pertanian. http://primatani.litbang.deptan.go.id/index.php?option=com_content&task=view&id=86&Itemid=56. (diakses 30 Mei 2008)
- Anonim . 2008. *Pedoman Teknis Pengembangan Irigasi Bertekanan*. Jakarta: Direktorat Jenderal Pengelolaan Lahan Dan Air Departemen Pertanian. http://pla.deptan.go.id/pdf/02_bertekanan_2008.pdf. (diakses 30 Mei 2008)
- Doorenbos, J. and W.O. Pruitt, 1977. *Guideliness for Predicting Crop Water Requirement*. Food and agriculture organization of the United Nation Rome.
- Doorenbos, J. and A.H. Kassam. 1979. *Yield Response to Water Irrigation and Drainage Paper*. Vol 33. FAO
- Kurnia, Undang. 2004. *Prospek Pengairan Pertanian Tanaman Semusim Lahan Kering*. Bogor: Balai Penelitian Tanah. <http://www.pustaka.deptan.go.id/publikasi/p3234043.pdf>. (diakses 30 Mei 2008)
- Pracaya. 1998. *Bertanam Tomat*. Yogyakarta: Kanisius.
- Prastowo, A. 2008. *Teknologi Irigasi Tetes*. Bogor: Institut Pertanian Bogor. <http://tep.fateta.ipb.ac.id/elearning/pdf/Topik%2012%20Kuliah-irigasi%20tetes%20asep-prastowo.pdf>. (diakses 30 Mei 2008)
- Pudjiatmoko. 2008. *Budidaya Tomat (lycopersicon Esculentum Mill)*. <http://atanitokyo.blogspot.com/2008/12/budi-daya-tomat-lycopersicon-esculentum.html> Atani Tokyo: Tokyo. (diakses 9 Desember 2008)
- Rahadi, B., Suharto, B., Rachman, A. dan Machfuds. 1997. *Pengendalian Resiko Kegagalan Panen Tembakau Karena Pengaruh Cuaca Menggunakan Irigasi Curah*. Malang: Universitas Brawijaya.
- Sayekti, R.W. 2006. *Bahan Ajar Mata Kuliah Sistem Operasi dan Pemeliharaan irigasi tetes*. Malang: Universitas Brawijaya.
- Soemarto, CD. 1987. *Hidrologi Teknik*. Surabaya: Usaha Nasional.
- Suhardjono. 1994. *Kebutuhan Air Tanaman*. Malang : ITN Malang Press.
- Sutanto, R. 2005. *DASAR-DASAR ILMU TANAH, Konsep dan Kenyataan*. Yogyakarta: Kanisius.

Yitnosumarto, S. 1993. *Percobaan Perancangan, Analisis, dan Interpretasinya*.
Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama

