

Pemodelan Sistem Irigasi Tetes Dan Kebutuhan Air Tanaman Pada Petak *Urban farming*

Redemptus Narda Ratman Manao¹, Sunik², Benedictus Sonny Yoedono³
^{1,2,3}Prodi Teknik Sipil - Universitas Katolik Widya Karya Malang, Indonesia

Alamat: Universitas Katolik Widya Karya Malang – Jl. Bondowoso No 2 Malang

*Korespondensi penulis: 201932001@widyakarya.ac.id

Abstract. *This study examines plant water requirement management in urban farming using an automatic drip irrigation system. The system consists of 20 reused 1.5-liter bottles as water reservoirs and 20 emitters as drip control valves. The experiment was conducted on two planting beds, namely basil and mustard greens, with drip settings of 60, 125, and 180 drops. Before operation, calibration and correction factors were applied to ensure that the design discharge matched field conditions. The objective of this study was to determine the drip irrigation layout model and plant water requirements over 37 days. The layout used a parallel arrangement of three rows of plants with two rows of irrigation devices placed between them. Water demand was calculated using the radiation method based on daily evapotranspiration (ET_o), considering latitude, altitude, temperature, wind speed, and relative humidity data. The results showed that ET_o ranged from 8.51 to 8.84 mm/day, equivalent to 38.937 to 40.094 liters/day. After applying correction factors for each drip setting, the actual water requirement indicated surplus water stored in the soil and used for plant growth. The study concludes that drip irrigation management must account for residual soil water so that evapotranspiration demand during sunlight exposure is continuously met.*

Keywords: *Drip irrigation, Urban farming, Evapotranspiration, Crop water requirement, Irrigation layout.*

Abstrak. Penelitian ini membahas pengaturan kebutuhan air tanaman pada *urban farming* menggunakan sistem irigasi tetes otomatis. Sistem terdiri dari 20 botol bekas 1,5 liter sebagai wadah air dan 20 emitter sebagai pengatur tetesan. Percobaan dilakukan pada dua bedengan, yaitu tanaman kemangi dan sawi hijau, dengan variasi debit tetes 60, 125, dan 180 tetes. Sebelum pengoperasian, dilakukan kalibrasi dan faktor koreksi agar debit rencana sesuai dengan kondisi lapangan. Tujuan penelitian adalah menentukan model layout irigasi tetes serta kebutuhan air tanaman selama 37 hari. Layout yang digunakan adalah susunan sejajar tiga baris tanaman dengan dua baris alat irigasi di antaranya. Kebutuhan air dihitung menggunakan metode radiasi berdasarkan evapotranspirasi harian (ET_o) dengan mempertimbangkan data lintang, ketinggian, suhu, kecepatan angin, dan kelembapan relatif. Hasil perhitungan menunjukkan ET_o berkisar 8,51–8,84 mm/hari atau setara 38,937–40,094 liter/hari. Setelah dikoreksi dengan faktor koreksi masing-masing debit tetes, kebutuhan air aktual menunjukkan adanya surplus air yang tersimpan di dalam tanah dan dimanfaatkan untuk pertumbuhan tanaman. Penelitian ini menyimpulkan bahwa pengaturan irigasi tetes harus memperhitungkan sisa air di dalam tanah agar kebutuhan evapotranspirasi selama penyinaran tetap terpenuhi.

Kata Kunci: Irigasi tetes, *Urban farming*, Evapotranspirasi, Kebutuhan air tanaman, Layout irigasi

1. LATAR BELAKANG

Masa pandemi yang berlangsung selama tiga tahun menjadi tantangan baru bagi masyarakat yaitu dengan kebiasaan yang berubah dalam menjalankan aktivitas sehari-hari. Selama pandemi, interaksi sosial satu sama lain berkurang dikarenakan masyarakat lebih banyak menghabiskan waktu di rumah saja. Selain itu, dalam menjaga kesehatan diri dan makanan yang sehat sangatlah penting dimasa pandemi ini. Kebutuhan rumah tangga selama pandemi pun harus tercukupi terlebih kebutuhan pokok yang dikonsumsi. Ketahanan pangan harus memenuhi empat komponen yaitu 1) kecukupan ketersediaan bahan pangan, 2) stabilitas ketersediaan bahan pangan tanpa fluktuasi dari musim ke musim atau dari tahun ke tahun, 3)

aksesibilitas/keterjangkauan terhadap bahan pangan, 4) pemanfaatan dan kestabilan bahan pangan. *Urban farming* adalah salah satu solusi nyata mewujudkan ketahanan pangan khususnya bagi masyarakat perkotaan. *Urban farming* merupakan jenis pertanian di wilayah perkotaan sebagai alternatif dari kondisi lahan yang terbatas. Masyarakat perkotaan melakukan aktivitas pertanian dengan melibatkan keterampilan, inovasi budi daya dan keahlian dengan memanfaatkan lahan kosong (Sitawati et al., 2019). Selain itu *urban farming* merupakan inisiatif masyarakat dalam memanfaatkan lahan terbatas di kawasan pemukiman menjadi kebun mini yang dapat ditanami berbagai macam tanaman hortikultura seperti sayuran, buah dan tanaman hias. *Urban farming* sendiri sangatlah membantu masyarakat dalam mencukupi kebutuhan bahan pangan seperti sayur-sayuran yang dapat dilakukan pada area sempit seperti petak tanah, *polybag*, dan vertikultur. Pelaku kegiatan *urban farming* pada umumnya adalah ibu-ibu rumah tangga.

Salah satu wilayah di Kota Malang yang menerapkan *urban farming* adalah warga Perumahan Karanglo Indah, RT 01, RW 04, Kelurahan Balarjosari, Kecamatan Blimbing Kota Malang. Tanaman yang digunakan dalam kegiatan *urban farming* di Perumahan Karanglo Indah tersebut antara lain: cabe rawit, cabe merah besar, pepaya, bayam brazil, lidah buaya, ginseng, pakcoy, tomat, buncis dan bawang prei seperti pada gambar 1.



Gambar 1. Tanaman *urban farming* Yang Perumahan Karanglo Indah, RT 01, RW 04, Kelurahan Balarjosari

Pihak yang terlibat dalam kegiatan *urban farming* ini adalah ibu rumah tangga RT 01 ($\pm$ 27 orang). Pelaksanaan *urban farming* ini tidak lepas juga dari sejumlah permasalahan diantaranya:

1. Warga belum mengerti cara penanaman model sejajar, model x, model zigzag, dan model (S). Selama ini penanaman dilakukan secara acak atau tidak teratur.
2. Warga belum mengetahui cara penanaman yang baik dan benar

3. Warga belum mengenal sistem irigasi tetes dengan penggunaan botol beremitter.
4. Warga tidak mengetahui bahwa untuk penyiraman yang berhubungan dengan kebutuhan air tanaman harus dihitung terlebih dahulu berapa besar evapotranspirasi yang terjadi.

Berdasarkan beberapa uraian permasalahan di atas maka, dilakukan penelitian ini sebagai upaya untuk meminimalkan ketidaktahuan/ketidakpahaman warga dan sebagai solusi dari masalah yang ada. Diharapkan dengan pembuatan bedengan, pembimbingan saat penanaman, dan pengenalan irigasi tetes dapat melibatkan warga untuk ikut secara langsung dalam pelaksanaan sehingga warga bisa memahami, ikut serta merawat dan memelihara serta membantu monitoring tanaman, kebutuhan air tanaman, dan hasil tanaman. Pemilihan sistem irigasi yang tetap dapat membantu mengatasi kebutuhan air tanaman (RAKYAT et al., 2017). Kebutuhan Air Tanaman Pada Petak *Urban farming*". Penelitian ini menggunakan 20 buah *emitter* dengan masing-masing kapasitas air yang digunakan adalah 1,5 Liter.



Gambar 2. Detail *Emitter*

2. KAJIAN TEORITIS

2.1 *Urban farming*

Gerakan *urban farming* di Indonesia mulai muncul pada akhir 2011 yang merupakan respon dari permasalahan yang terjadi di perkotaan dan dapat diterapkan pada masyarakat. Pelopor dari gerakan *uban farming* adalah Ridwan Kamil dengan membentuk Komunitas Indonesia Berkebun di Bandung yang aktif melakukan kegiatan *urban farming* (Berkebun, 2015). Kota pertama dilaksanakannya kegiatan *urban farming* yaitu di kota Bandung. Kegiatan *urban farming* di kota-kota besar di seluruh dunia makin marak digalakkan. Hal ini berkaitan dengan bagaimana pengetahuan masyarakat mengenai jumlah dan distribusi penduduk yang mengantarkan mereka untuk berpikir dalam menilai ulang bagaimana pola konsumsi dan gaya hidup, salah satunya dengan *urban farming*. Dikarenakan masyarakat melihat bagaimana jumlah penduduk yang semakin tahun semakin bertambah kepadatannya, makin terlihat pula permasalahan yang ada dibalikny. Permasalahan tersebut diantaranya adalah ketersediaan pasokan pangan. Semakin berkurangnya lahan karena kepadatan penduduk yang menyebabkan harga pangan makin melambung. Masyarakat pun harus mencari cara membuka

lahan baru pertanian. Selain itu, produk pertanian sangat bergantung pada alam, cuaca, dan proses pengerjaannya.

Urban farming merupakan suatu konsep pertanian atau perkebunan yang dilakukan dengan memanfaatkan lahan yang terbatas. *Urban farming* disebut juga pertanian kota, menurut para ahli pengertian *urban farming* atau *urban agriculture* sebagai kegiatan membudidayakan tanaman atau memelihara hewan ternak di dalam dan di sekitar wilayah kota besar (metropolitan) atau kota kecil untuk memperoleh bahan pangan atau kebutuhan lain dan tambahan finansial, termasuk didalamnya proses hasil panen, pemasaran, dan distribusi produk hasil kegiatan tersebut (Bareja, 2010) "*Urban farming*". Menurut FAO (2009), pertanian perkotaan (*urban farming*) merupakan sebuah industri yang memproduksi, memproses, dan menjual bahan makanan dalam rangka memenuhi permintaan harian konsumen dalam kota dan pinggiran kota melalui penerapan metode produksi intensif, menggunakan sumberdaya alam dan limbah perkotaan untuk menghasilkan berbagai macam tanaman dan ternak. Menurut Mougeot Luc JA (2005), mendefinisikan bahwa pertanian perkotaan merupakan sebagai industri yang berlokasi di dalam atau di sekitar kota yang fokus pada budidaya, pengolahan dan distribusi berbagai produk pangan dan produk non pangan, serta daur ulang dan penggunaan kembali sumberdaya alam dan sumberdaya lain untuk memenuhi kebutuhan warga kota.

Urban farming berkembang sebagai respon dari masalah yang berkaitan dengan kehidupan di perkotaan seperti semakin berkurangnya lahan pertanian karena pembangunan. Pembudidayaan tanaman sayuran untuk dapat diterapkan di kota muncul dari orang-orang yang memiliki pengetahuan dalam bidang pertanian untuk dapat meningkatkan kegunaan lahan yang terbatas. Pada *urban farming* yang dikembangkan di area perkotaan merupakan pertanian berkelanjutan, yaitu cara bertani tradisional dan konvensional yang sangat berguna untuk ekologi, ekonomi dan sosial. Bertani tradisional merupakan sistem pertanian yang sangat sederhana, bersifat ekstensif dan tidak memaksimalkan penggunaan input seperti teknologi, pupuk kimia, dan pestisida. Sedangkan bertani konvensional adalah sistem pertanian intensif yang menitikberatkan pada salah satu jenis tanaman tertentu dengan memanfaatkan inovasi teknologi dan penggunaan input luar yang tinggi untuk mendapatkan output luar yang tinggi dengan waktu yang relatif singkat (Tandisau et al., 2009).

2.1.1 Manfaat urban farming

Adapun beberapa manfaat dari *urban farming* (FAO, 2009) yaitu:

1. *Urban farming* memberikan kontribusi penyelamatan lingkungan dengan pengelolaan sampah *Reuse* dan *Recycle*

2. Membantu menciptakan kota yang bersih dengan pelaksanaan 3 R (*reuse, reduce, recycle*) untuk pengelolaan sampah kota
3. Dapat menghasilkan O₂ serta meningkatkan estetika dan kualitas lingkungan kota
4. Mengurangi biaya dengan penghematan biaya transportasi dan pengemasan
5. Bahan pangan lebih segar pada saat sampai ke konsumen yang merupakan orang kota
6. Menjadi penghasilan tambahan penduduk kota serta mengatasi masalah ketahanan pangan

Adapun beberapa nilai positif dari kegiatan *urban farming* yaitu:

- a. Nilai praktis, dengan melakukan *urban farming* menanam tanaman, masyarakat perkotaan bisa menyalurkan hobinya dengan meningkatkan penggunaan lahan di atap rumah, atau dinding sebagai lahan vertikal.
- b. Nilai ekonomis, penggiat aktif *urban farming* yang dapat mengolah sistem penanamannya dengan baik biasanya mampu menghasilkan sayuran yang baik, sehingga dapat bersaing dengan produk yang ada dipasaran.
- c. Nilai ekologis, tumbuh-tumbuhan yang ditanam banyak fungsinya seperti, membersihkan udara, menghasilkan oksigen, mengurangi timbunan sampah dan barang bekas.
- d. Nilai estetika, dengan menanam tanaman di rak-rak tanaman, penampilan tanaman sayuran menarik dan sehat, desain yang diterapkan dalam menyesuaikan dengan keterbatasan lahan, karena menimbulkan keindahan ketika dipandang bersatu dengan lingkungan.
- e. Nilai Sosial, pada penerapan kegiatan bercocok tanam membangun komunikasi sesama penggiat, karena kondisi demografis perkotaan yang memungkinkan terjadinya integrasi sosial dari berbagai kalangan di kehidupan masyarakat seperti membagikan benih atau hasil panen.
- f. Nilai Edukasi, kegiatan penerapan konsep *urban farming* memberikan pembelajaran diberbagai kalangan seperti ibu-ibu rumah tangga terutama generasi muda.
- g. Nilai Psikologis, yaitu dari tumbuhan yang tumbuh itu sendiri, dikarenakan warna hijau memberikan ketenangan.

Kegiatan *urban farming* memiliki beberapa tipe yaitu:

1. Tipe A: tanaman menggunakan pot/polybag/wadah daur ulang



Gambar 3. Tanaman Dalam Pot

Sumber: Tanaman dalam pot, n.d.

2. Tipe B: rumah dengan tanaman produktif di halaman (satu rumah satu pohon)
3. Tipe C: pekarangan ditanami dengan tanaman sayur dan tanaman hias



Gambar 4. Tanaman Di Pekarangan
Sumber: Tanaman Di Pekarangan, n.d.

4. Tipe D: tanaman pada dinding (vertikultur)



Gambar 5. Tanaman Vertikultur Pada Dinding
Sumber: Tanaman Di Pekarangan, n.d.

5. Tipe E: tanaman merambat pada pagar



Gambar 6. Tanaman Merambat Pada Pagar
Sumber: Tanaman Di Pekarangan, n.d.

6. Tipe F: pemanfaatan lahan tidur (lahan yang tidak digunakan lebih dari 2 tahun)



Gambar 7. Pemanfaatan Lahan Tidur
Sumber: Tanaman Di Pekarangan, n.d.

2.1.2 Pola urban farming (pertanian perkotaan)

Salah satu Unit Pelaksanaan Teknis (UPT) yaitu Balai Proteksi Tanaman Pertanian (BPTP) Jakarta telah melakukan introduksi inovasi teknologi pertanian perkotaan yang mencakup subsistem budidaya, subsistem peternakan, subsistem perikanan dan, subsistem komposting (Sulistyowati & Wasissa Titi Ilhami, 2018). Pola pertanian perkotaan subsistem

budidaya merupakan segala kegiatan yang berhubungan dengan cara memproduksi tanaman dengan berbagai teknik, meliputi:

1. Subsistem budidaya tanaman

a. Vertikultur

Vertikultur merupakan suatu teknis budidaya secara vertikal atau disebut dengan sistem vertikultur, merupakan salah satu strategi untuk mensiasati keterbatasan lahan, terutama dalam rumah tangga. Vertikultur ini sangat sesuai untuk sayuran seperti bayam, kangkung, kucai, sawi, selada, kenikir, seledri, dan sayuran daun lainnya.

b. Hidroponik

Hidroponik adalah budidaya tanaman yang memanfaatkan air dan tanpa menggunakan tanah sebagai media tanam. Berdasarkan media tumbuh yang digunakan, hidroponik dapat dibagi menjadi tiga macam yaitu:

- 1) kultur air yakni hidroponik yang dilakukan dengan menumbuhkan tanaman dalam media tertentu yang dibagian dasar terdapat larutan hara, sehingga ujung akar tanaman akan menyentuh larutan yang mengandung nutrisi tersebut,
- 2) Hidroponik kultur agregat, yaitu metode hidroponik yang dilakukan dengan menggunakan media tanam berupa kerikil, pasir, arang sekam padi, dan lain-lain. Pemberian hara dilakukan dengan cara mengairi media tanam atau dengan cara menyiapkan larutan hara dalam tangki lalu dialirkan ke tanaman melalui selang plastik, dan
- 3) *Nutrient Film Technique* (NFT) adalah metode hidroponik yang dilakukan dengan cara menanam tanaman dalam selokan panjang yang sempit yang dialiri air yang mengandung larutan hara. Maka di sekitar akar akan terbentuk film (lapisan tipis) sebagai makanan tanaman tersebut.

c. Polybag

Bercocok tanaman dengan menggunakan media *polybag* adalah tanaman mudah budidayakan tidak mengenal musim dan cepat menghasilkan, dapat memanen kapan saja. *Polybag* merupakan plastik hitam dengan lubang-lubang sebagai sirkulasi tanaman. *Polybag* ini digunakan untuk menjadi wadah pengganti pot dalam menanam tanaman.

d. Rooftop

Rooftop gardening adalah konsep menanam di atas atap gedung. Dengan memanfaatkan ruang yang sering terabaikan, tanaman dapat tumbuh di wadah atau wadah taman yang ditempatkan di atas atap.

2. Subsistem peternakan

Subsistem peternakan merupakan segala kegiatan yang berhubungan dengan cara memproduksi ternak di wilayah perkotaan. seperti contohnya DKI Jakarta yang merupakan salah satu wilayah dengan segala kekhasannya dalam pengembangan ternak.

3. Subsistem perikanan

Subsistem perikanan merupakan segala kegiatan yang berkaitan dengan pengelolaan sumber daya perairan. Dalam skala perkotaan, usaha perikanan bukan mustahil untuk dilakukan. Jenis ikan yang dapat dibudidayakan di perkotaan antara lain: ikan air tawar (lele, nila, patin) dan ikan hias. Terdapat metode dan teknik sehingga ruang yang terbatas pun tetap dapat dimanfaatkan untuk kegiatan perikanan. Inovasi teknologi aplikatifnya antara lain:

a. Integritas ikan dan tanaman

Budidaya ikan juga dapat diintegrasikan dengan komoditas lain seperti sayuran, atau dapat disebut dengan sistem akuaponik. Pada budidaya akuponik, nitrat dan pospat yang merupakan limbah dari budidaya ikan dapat diserap dan digunakan sebagai pupuk oleh tanaman akuatik sehingga menurunkan konsentrasi cemaran (N dan P) serta meningkatkan kualitas air.

b. Sistem terpal

Dalam pembuatan kolam terpal tidak memerlukan penggalian tanah, sehingga pengaplikasiannya akan lebih mudah, dapat dipindah-pindah, tidak mudah terkena banjir, pembersihan kolam dan pemanenan lebih mudah, dan kontrol terhadap kualitas dan kuantitas air pun lebih mudah.

4. Subsistem komposting

a) Vermikompos

Merupakan proses pengomposan dengan memanfaatkan berbagai jenis cacing sebagai agen pengomposan. Spesies cacing yang sering digunakan adalah cacing kecil merah (*Eisenia foetida* dan *Eisenia Andrei*), sedangkan cacing tanah merah (*Lumbricus rubellus*) dan cacing biru (*Perionyx excavates*) juga sering digunakan meskipun cacing jenis ini kurang mampu beradaptasi pada umpukan kompos yang dangkal. Selain cacing, bahan utama lain dalam pembuatan vermikompos adalah limbah buah dan sayur, limbah kopi, teh, roti, potongan rumput, kertas dan lain-lain.

b) Komposting sistem tumpukan

Metode pengomposan dengan sistem tumpukan selain mudah, juga murah. Fitur dimensi untuk tumpukan adalah minimal 1,5 m x 1 m, sedangkan panjang tumpukan dapat bervariasi tergantung jumlah bahan yang digunakan.

c) Sistem MOL

Alternatif lain dalam memproduksi pupuk adalah dengan sistem MOL (mikroorganisme lokal), yaitu memanfaatkan berbagai limbah dapur dengan memisahkan bahan yang berlemak seperti daging, dan ikan.

2.2 Sistem Irigasi

Sistem irigasi adalah suatu cara yang dilakukan untuk memenuhi kebutuhan air. Irigasi atau pengairan sendiri adalah upaya yang dilakukan manusia untuk mangairi lahan pertanian. Sistem irigasi meliputi prasarana irigasi, air irigasi, manajemen irigasi, kelembagaan pengelolaan irigasi, dan sumber daya manusia (RAKYAT et al., 2019). Sistem irigasi berfungsi untuk mendukung produktivitas usaha tani guna meningkatkan produksi pertanian dalam rangka ketahanan pangan nasional dan kesejahteraan masyarakat, khususnya petani.

Sistem irigasi menurut Peraturan Pemerintah No 20 Tahun 2006 tentang Irigasi adalah prasarana irigasi, air irigasi, manajemen irigasi, kelembagaan pengelolaan irigasi dan sumber daya manusia. Maka, dapat diartikan sistem irigasi adalah sebagai satu kesatuan yang tersusun dari berbagai komponen, menyangkut upaya penyediaan, pembagian, pengelolaan, dan pengaturan air dalam rangka meningkatkan produksi pertanian.

Adapun beberapa tujuan dari irigasi yaitu:

1. Air yang tersedia dapat dipergunakan atau dimanfaatkan secara efektif dan efisien.
2. Air yang tersedia dibagi secara adil dan merata.
3. Air yang diberikan ke petak-petak tersier secara tepat cara, waktu dan jumlah, sesuai dengan kebutuhan pertumbuhan tanaman.
4. Akibat negatif yang mungkin ditimbulkan oleh air berlebihan dapat dihindari.

Selain itu adapun juga manfaat dari irigasi yaitu:

- a. Melancarkan aliran air ke lahan persawahan.
- b. Menyuburkan/meningkatkan kesuburan tanah.
- c. Sebagai tempat budidaya tumbuhan.
- d. Pengatur suhu dalam tanah

2.1.3 Jenis-jenis irigasi

Berdasarkan RAKYAT et al., (2019), menyatakan bahwa ada beberapa jenis irigasi di Indonesia yaitu:

1. Irigasi permukaan

Irigasi permukaan adalah sistem irigasi dimana air digenangkan pada tanaman dan dialirkan lewat permukaan tanah, misalnya sistem irigasi pada sawah. Sistem irigasi ini dilakukan oleh sebagian besar petani dalam budidaya pada sawah.

2. Irigasi air tanah

Irigasi air tanah adalah sistem irigasi dimana sumber airnya dari bawah tanah dan dialirkan jaringan irigasi permukaan atau perpipaan dengan menggunakan pompa. Sistem irigasi ini dilakukan pada daerah yang air permukaannya sangat terbatas.

3. Jaringan irigasi

Jaringan irigasi pompa adalah sistem irigasi permukaan yang pengambilan airnya di sungai atau sumber lainnya dengan menggunakan pompa air.

4. Jaringan irigasi rawa

Jaringan irigasi rawa adalah sistem irigasi permukaan yang pengambilan airnya dari rawa

5. Jaringan irigasi tambak

Jaringan irigasi tambak adalah sistem irigasi untuk keperluan budidaya tambak ikan.

2.1.4 Tipe pemberian air irigasi

Berdasarkan pengaplikasian air, adapun beberapa tipe dalam pemberian air irigasi yaitu:

A. Irigasi genangan

Pemberian air dengan digenangkan pada lahan pertanian umumnya untuk tanaman padi.



Gambar 8. Irigasi Genangan
Sumber: Irigasi Genangan, n.d.

B. Irigasi tetes/mikro

Pemberian air langsung diteteskan pada tanaman dengan menggunakan emiter/penetes dan apabila sumber air tidak cukup bersih diperlukan penyaringan. Metode ini biasanya digunakan oleh petani maju yang membudidayakan Tanaman Bernilai Ekonomi Tinggi (TBET), misalnya melon, semangka, cabe, dll.



Gambar 9. Irigasi Tetes/Mikro
Sumber: Irigasi Tetes/Mikro, n.d.

C. Irigasi curah/*sprinkler*

Pemberian air dengan cara membentuk pancaran/semprotan/tetesan mirip hujan ke lahan dengan menggunakan *sprinkler* dan cocok untuk yang lahannya porus.



Gambar 10. Irigasi Curah

Sumber: Irigasi Curah, n.d.

D. Irigasi bawah permukaan

Irigasi bawah permukaan adalah satu bentuk dari irigasi mikro, tetapi jaringan atau alat irigasinya terletak dibawah permukaan tanah. Selain itu irigasi bawah permukaan ini menerapkan sistem pengairan bawah pada lapisan tanah untuk meresapkan air ke dalam tanah di bawah akar menggunakan pipa bawah tanah atau saluran terbuka.



Gambar 11. Irigasi Bawah Permukaan

Sumber: Irigasi Bawah Permukaan, n.d.

Menurut Sasrodarsono (1982) dalam Nurdianza (2011), irigasi terbagi atas dua tipe yaitu:

- a. Irigasi aliran (*flow irrigation*) yaitu irigasi dimana air dari sumber dialirkan ke daerah pertanian sampai tingkat usaha tani dengan gaya gravitasi.
- b. Irigasi pompa (*pump irrigation*) yaitu irigasi dimana air dari sumber di alirkan kedaerah pertanian sampai tingkat usaha tani dengan menggunakan tenaga pompa yang umumnya digunakan pada daerah pertanian yang letak sumber airnya relatif rendah daripada daerah yang akan dialiri.

Dari segi konstruksi jaringan irigasinya, Effendi Pasandaran (1991) dalam Nurdianza (2011), mengklasifikasikan sistem irigasi menjadi empat, yaitu:

- a. Irigasi sederhana

Merupakan sistem irigasi yang sistem konstruksinya sederhana, tidak dilengkapi dengan pintu pengatur dan alat ukur, sehingga air irigasi tidak merata dan tidak dapat diukur, sehingga efisiensinya rendah.

b. Irigasi setengah teknis

Merupakan sistem irigasi dengan hanya dibangun di gerbang kontrol dan alat pengukur di bagian atas, sehingga air stabil dan diukur hanya pada asupan air, sehingga efeknya moderat.

c. Irigasi teknis

Merupakan sistem irigasi yang dilengkapi dengan alat pengukur dan pengontrol air pada bangunan intake, bangunan distribusi dan bangunan resapan sehingga air terukur dan teratur untuk bangunan distribusi dan pengumpulan.

d. Irigasi teknik maju

Merupakan sistem irigasi di mana air dapat diukur di seluruh jaringan dan diharapkan sangat efisien.

2.3 Irigasi Tetes

Irigasi tetes adalah suatu metode irigasi baru yang menjadi semakin disukai dan populer di daerah-daerah yang memiliki masalah kekurangan air. Irigasi tetes merupakan metode pemberian air tanaman secara kontiniu dan penggunaan air yang sesuai dengan kebutuhan tanaman. Dengan demikian kehilangan air seperti perkolasi, *run off*, dan evapotranspirasi bisa diminimalkan, sehingga efisiensinya tinggi. Sistem irigasi tetes mengalirkan air secara lambat untuk menjaga kelembaban tanah dalam rentang waktu yang diinginkan bagi tanaman (Michael, A.M., 1978; Prastowo, 2002).

Irigasi tetes merupakan cara pemberian air dengan jalan meneteskan air melalui pipa-pipa secara setempat di sekitar tanaman atau sepanjang larikan tanaman. Tujuan dari irigasi tetes adalah untuk memenuhi kebutuhan air tanaman tanpa harus membasahi keseluruhan lahan, sehingga mereduksi kehilangan air akibat penguapan yang berlebihan, pemakaian air lebih efisien, mengurangi limpasan, serta menekan/mengurangi pertumbuhan gulma. Ciri-ciri irigasi tetes adalah debit air kecil selama periode waktu tertentu, interval (selang) yang sering, atau frekuensi pemberian air yang tinggi, air diberikan pada daerah perakaran tanaman, aliran air bertekanan dan efisiensi serta keseragaman pemberian air lebih baik (Sudjarwadi, 1990).

Irigasi tetes adalah teknik penambahan kekurangan air pada tanah yang dilakukan secara terbatas dengan menggunakan *tube* (wadah) sebagai alat penampung air yang disertai lubang tetes di bawahnya. Air akan keluar secara perlahan-lahan dalam bentuk tetesan ke tanah yang secara terbatas membasahi tanah. Lubang tetes air dapat diatur sedemikian rupa sehingga air cukup hanya membasahi tanah di sekitar perakaran. Irigasi tetes dapat dibedakan atas dua yaitu irigasi tetes dengan pompa dan irigasi tetes dengan gaya gravitasi. Irigasi tetes dengan pompa yaitu irigasi tetes yang sistem penyaluran air diatur dengan pompa. Irigasi tetes pompa ini

umumnya memiliki alat dan perlengkapan yang lebih mahal dari pada sistem irigasi gravitasi. Irigasi tetes dengan sistem gravitasi yaitu irigasi tetes dengan menggunakan gaya gravitasi dalam penyaluran air dari sumber. Irigasi ini biasanya terdiri dari unit pompa air untuk penyediaan air, tangki penampungan untuk menampung air dari pompa, jaringan pipa dengan diameter yang kecil dan pengeluaran air yang disebut pemancar “emiter” yang mengeluarkan air hanya beberapa liter per jam (Hansen, V. E, 1992 dalam Nurdianza, 2011).

Jadi keuntungan cara ini adalah penggunaan air irigasi yang efisien (Hakim et al., 1986; Nurdianza, 2011). Menurut James et al., (1988) dalam Prastowo (2002), irigasi tetes mempunyai beberapa keuntungan, diantaranya:

1. Meningkatkan nilai guna air pada umumnya penggunaan air pada irigasi tetes lebih sedikit dibandingkan dengan metode lain.
2. Dengan meningkatkan laju pertumbuhan dan hasil tanaman dengan irigasi tetes, kelembaban tanah dapat dipertahankan pada tingkat yang optimal untuk pertumbuhan tanaman.
3. Efisiensi ditingkatkan, pupuk, dan bahan kimia dalam metode ini dicampur dengan air irigasi untuk mengurangi penggunaan pupuk atau bahan kimia, frekuensi aplikasi dan pemupukan hanya di sekitar zona akar.
4. Mengurangi resiko penumpukan garam dengan terus menambahkan air yang akan melarutkan dan menjauhkan garam dari zona akar.
5. Penekanan pertumbuhan gulma dengan irigasi tetes terbatas pada daerah sekitar tanaman, sehingga pertumbuhan gulma dapat dicegah.
6. Sistem irigasi tetes hemat tenaga kerja dapat dengan mudah dioperasikan secara otomatis, dengan lebih sedikit tenaga kerja.

Adapun beberapa kekurangan atau kelemahan dari metode irigasi tetes, yaitu:

1. Memerlukan perawatan 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.

2. Penumpukan garam

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

3. Membatasi pertumbuhan tanaman

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

4. Keterbatasan biaya dan teknik

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

Adapun kegunaan dari irigasi tetes adalah:

- a. Untuk menghemat penggunaan air tanaman.
- b. Mengurangi kehilangan air yang begitu cepat akibat penguapan dan infiltrasi.
- c. Membantu memenuhi kebutuhan air tanaman pada awal penanaman sehingga juga akan meningkatkan pemanfaatan unsur hara tanah oleh tanaman.
- d. Mengurangi stres atau mempercepat adaptabilitas bibit sehingga meningkatkan keberhasilan tumbuh tanaman.
- e. Melakukan pemanenan air hujan lewat wadah irigasi tetes secara terbatas sehingga dapat digunakan tanaman.

2.3.1 Komponen irigasi tetes

A. Jaringan botol pada irigasi tetes (*automatic plant dropper*)

Botol yang digunakan sebagai alat irigasi tetes adalah botol bekas minuman. Botol bekas yang digunakan dapat bervariasi tetapi dengan ukuran diameter tutup botol yaitu 1,1 inch atau 2,79 cm. Untuk volume botol yang digunakan adalah botol dengan ukuran 1,5 liter dan diasumsikan botol dan alat *emitter* yang digunakan sebanyak 20 buah untuk dapat menghitung kebutuhan air tanaman. Pada sistem irigasi tetes ini, pemberian air dilakukan dengan mengisi air secara manual pada botol. Ansari et al., (2017), melakukan penelitian yang bertujuan untuk menganalisis kinerja dari sistem irigasi tetes otomatis pada pembibitan kelapa sawit dengan parameter yang digunakan yaitu *coefficient of variation discharge rate* (CVq), *statistical uniformity* (Us), *emission uniformity* (EU), *absolute emission uniformity* (EUa), *flow variation* (FV), dan *flushing velocity* (v). Metodologi yang digunakan yaitu dengan menampung air dari *emitter* dengan menggunakan variasi tekanan yaitu 0,5 Kg/cm², 0,75 Kg/cm², dan 1 Kg/cm² dan variasi bukaan *emitter* setengah bukaan dan bukaan penuh. Pada penelitian ini, *emitter* yang digunakan berjumlah enam puluh buah yang dipasang pada lubang yang dibuat di pipa lateral (*on-line emitter*) dan pemasangan jarak spasi *emitter* menggunakan prinsip *point sources emitter*. Hasil yang didapatkan dari penelitian berupa nilai kinerja irigasi terbaik pada tekanan 1 Kg/cm² dengan variasi bukaan penuh dengan debit rata-rata *emitter* 2,24 L/jam, nilai CVq sebesar 6,63, nilai Us sebesar 93,37, nilai EU 92,55%, nilai EUa sebesar 90,98%,

nilai FV sebesar 26,49%, dan nilai v sebesar 0,29 m/s. Disimpulkan bahwa irigasi tetes dapat diterapkan pada pembibitan kelapa sawit.

B. *Emitter* (penetes)

Emitter adalah alat pembuangan air yang disebut transmitter. *Emitter* melepaskan dengan menjatuhkan air langsung ke tanah pada jarak yang aman. Area basah emitor tergantung pada jenis tanah dan permeabilitas tanah. Emitor harus menghasilkan laju aliran yang relatif kecil dan output yang relatif konstan. Area aliran harus relatif besar untuk mengurangi penyumbatan emitor (Hansen, V. E, 1986).

2.3.2 Evapotranspirasi

Evapotranspirasi adalah gabungan dari evaporasi dan transpirasi tumbuhan yang hidup di permukaan bumi dimana air yang diuapkan oleh tanaman dilepas ke atmosfer (Chay Asdak, 1995 dalam Nurdianza, 2011). Evaporasi adalah proses dimana air yang ada di laut, rawa, sungai dan lainnya menguap karena adanya pemanasan dari sinar matahari. Sedangkan transpirasi adalah hilangnya air karena penguapan air bebas. Penguapan berubah seiring waktu karena radiasi matahari, suhu, kecepatan angin, kelembaban relatif, luas permukaan, dan tekanan udara. Beberapa ahli mengembangkan metode untuk menghitung evapotranspirasi berdasarkan perhitungan matematis menggunakan data meteorologi dan parameter terkait, antara lain:

a. Metode Penman-Monteith FAO

FAO merekomendasi metode Penman-Monteith untuk menghitung evapotranspirasi, dengan persamaan sebagai berikut:

$$ET_0 = \frac{0,408\Delta(R_n - G) + y \frac{900}{T + 273} U_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0,34U_2)} \quad (1)$$

Dimana:

ET_0 = Evapotranspirasi acuan (mm/hari),

R_n = Radiasi netto pada permukaan tanaman (MJ/m²/hari),

G = Kerapatan panas terus-menerus pada tanah (MJ/m²/hari),

T = Temperatur harian rata-rata pada ketinggian 2 m (°C),

u_2 = Kecepatan angin pada ketinggian 2 m (m/s),

e_s = Tekanan uap jenuh (kPa),

e_a = Tekanan uap aktual (kPa),

γ = Konstanta psychrometric (kPa/°C)

b. Metode *blaney-criddle*

Metode ini cukup sederhana guna menghitung evapotranspirasi pada berbagai tanaman berdasarkan data suhu, jumlah jam siang hari dan koefisien tanaman empiris. Umumnya

digunakan pada daerah yang luas dengan iklim kering dan sedang. Persamaannya sebagai berikut:

$$ETO = P (0,46. T_{mean} + 8,13) \quad (2)$$

Dimana:

P = persentase harian rata-rata tahunan

T_{mean} = suhu rata-rata harian

c. Metode *Thornthwaite*

Menghitung evapotranspirasi dengan metode *Thornthwaite* memiliki persamaan sebagai berikut:

$$e = 1,6 \left(\frac{10t}{I} \right) a \quad (3)$$

Dimana:

e = Evapotranspirasi acuan (ET_o)

t = temperatur udara rata-rata bulan

I = *heat index* (indeks panas suhu) tahunan atau musiman

a = koefisien tempat

d. Metode Radiasi

Metode Radiasi pada dasarnya adalah adaptasi dari Rumus (Makkink, 1957). Metode ini disarankan untuk daerah dimana data-data iklim yang tersedia termasuk temperatur udara, penyinaran matahari, keadaan awan atau radiasi, namun tidak termasuk kecepatan angin dan kelembaban. Dibandingkan dengan metode *Blaney-Criddle*, metode ini memberikan input yang lebih sedikit. Pada beberapa kasus untuk daerah equatorial, pulau kecil atau daerah yang punya *altitude* tinggi, Metode Radiasi lebih baik dari Metode *BlaneyCriddle*. Rumus yang direkomendasikan untuk Metode Radiasi adalah:

$$ET_O = c(W \cdot R_s) \frac{\text{mm}}{\text{hari}} \quad (4)$$

Dimana:

ET_O = Evapotranspirasi refrensi tanaman dalam mm/hari untuk periode yang diperhitungkan

R_s = Radiasi matahari dalam equivalen Evaporasi, mm/hari

W = *Weighing factor* yang tergantung dari Temperatur dan *Altitude*

c = *Adjustment factor* yang tergantung dari kelembaban relatif (RH) rata-rata dan angin sepanjang siang.

Untuk menghitung R_s dari lama penyinaran matahari (sunshine duration) atau radiasi surya, untuk menentukan *weighing factor* (W) dari temperatur dan *altitude* data, dan untuk memilih nilai c yang tepat berdasarkan hubungan antara W x R_s dan ET_o pada gambar 12.

untuk beberapa nilai kelembaban rata-rata dan kondisi angin siang hari, maka digunakan prosedur di bawah ini:

a. Radiasi Surya

R_a adalah radiasi yang diterima oleh atmosfer yang paling atas, sebagian dari R_a diserap dan tersebar saat melewati atmosfer. Bagian dari R_a termasuk yang tersebar dan mengenai permukaan tanah diidentifikasi sebagai R_s .

R_s dapat diukur secara langsung, namun dapat juga dihitung dari data lama penyinaran seperti pada persamaan:

$$R_s = \left(0,25 + 0,50 \frac{n}{N} \times R_a \right) \quad (5)$$

Dimana:

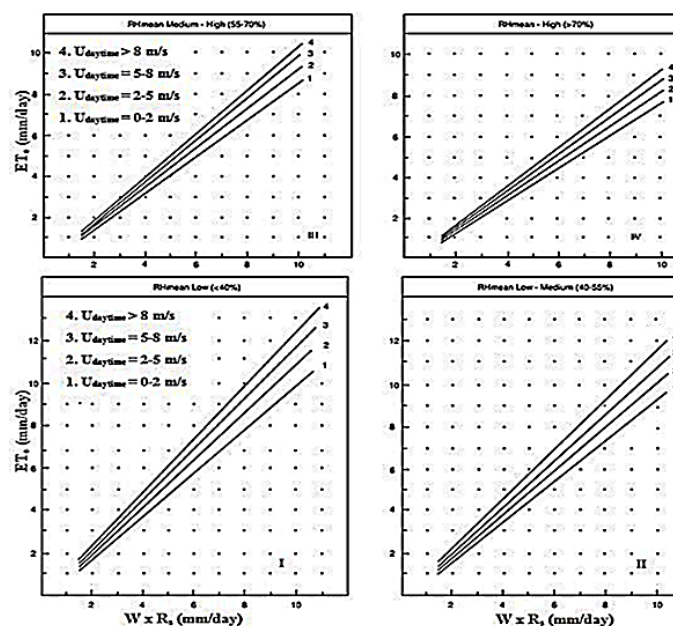
n/N adalah rasio antara lama (jam) cerah dan kemungkinan maksimum jam cerah (*sunshine hours*). N diperoleh dari tabel 2. Data n diambil dari *Campbell Stokes sunshine recorder*. Nilai R_a untuk lintang dan bulan yang berbeda diberikan pada tabel 1.

b. Weighting Factor (W)

Weighting factor menunjukkan efek *temperature* dan *altitude* terhadap hubungan antara R_s dan ET_O , yang diberikan pada tabel 3.

c. Adjustment Factor (c)

Adjustment factor diberikan sebagai hubungan antara bagian radiasi ($W.R_s$) dan Evapotranspirasi referensi tanaman (ET_O) ditunjukkan pada gambar 12. Sebagian besar tergantung pada rata-rata RH dan kecepatan angin hari siang (*daytime wind*) (mulai jam 07.00 – 19.00) pada ketinggian 2 m dari permukaan tanah.



Gambar 12. Prediksi ET_O dari $W.R_s$ untuk beberapa kondisi RH rata-rata dan kecepatan angin hari siang (*daytime wind*)

Sumber: FAO Irrigation And Drainage Paper No 24, 1977

Tabel 1. Radiasi Ekstra Terrestrial (Ra) Dinyatakan Dalam Equivalen Evaporasi

Northern Hemisphere												Lat	Southern Hemisphere											
Jan	Feb	Mar	Apr	May	June	July	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec		Jan	Feb	Mar	Apr	May	June	July	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec
3.8	6.1	9.4	12.7	15.8	17.1	16.4	14.1	10.9	7.4	4.5	3.2	50°	17.5	14.7	10.9	7.0	4.2	3.1	3.5	5.5	8.9	12.9	16.5	18.2
4.3	6.6	9.8	13.0	15.9	17.2	16.5	14.3	11.2	7.8	5.0	3.7	48	17.6	14.9	11.2	7.5	4.7	3.5	4.0	6.0	9.3	13.2	16.6	18.2
4.9	7.1	10.2	13.3	16.0	17.2	16.6	14.5	11.5	8.3	5.5	4.3	46	17.7	15.1	11.5	7.9	5.2	4.0	4.4	6.5	9.7	13.4	16.7	18.3
5.3	7.6	10.6	13.7	16.1	17.2	16.6	14.7	11.9	8.7	6.0	4.7	44	17.8	15.3	11.9	8.4	5.7	4.4	4.9	6.9	10.2	13.7	16.7	18.3
5.9	8.1	11.0	14.0	16.2	17.3	16.7	15.0	12.2	9.1	6.5	5.2	42	17.8	15.5	12.2	8.8	6.1	4.9	5.4	7.4	10.6	14.0	16.8	18.3
6.4	8.6	11.4	14.3	16.4	17.3	16.7	15.2	12.5	9.6	7.0	5.7	40	17.9	15.7	12.5	9.2	6.6	5.3	5.9	7.9	11.0	14.2	16.9	18.3
6.9	9.0	11.8	14.5	16.4	17.2	16.7	15.3	12.8	10.0	7.5	6.1	38	17.9	15.8	12.8	9.6	7.1	5.8	6.3	8.3	11.4	14.4	17.0	18.3
7.4	9.4	12.1	14.7	16.4	17.2	16.7	15.4	13.1	10.6	8.0	6.6	36	17.9	16.0	13.2	10.1	7.5	6.3	6.8	8.8	11.7	14.6	17.0	18.2
7.9	9.8	12.4	14.8	16.5	17.1	16.8	15.5	13.4	10.8	8.5	7.2	34	17.8	16.1	13.5	10.5	8.0	6.8	7.2	9.2	12.0	14.9	17.1	18.2
8.3	10.2	12.8	15.0	16.5	17.0	16.8	15.6	13.6	11.2	9.0	7.8	32	17.8	16.2	13.8	10.9	8.5	7.3	7.7	9.6	12.4	15.1	17.2	18.1
8.8	10.7	13.1	15.2	16.5	17.0	16.8	15.7	13.9	11.6	9.5	8.3	30	17.8	16.4	14.0	11.3	8.9	7.8	8.1	10.1	12.7	15.3	17.3	18.1
9.3	11.1	13.4	15.3	16.5	16.8	16.7	15.7	14.1	12.0	9.9	8.8	28	17.7	16.4	14.3	11.6	9.3	8.2	8.6	10.4	13.0	15.4	17.2	17.9
9.8	11.5	13.7	15.3	16.4	16.7	16.6	15.7	14.3	12.3	10.3	9.3	26	17.6	16.4	14.4	12.0	9.7	8.7	9.1	10.9	13.2	15.5	17.2	17.8
10.2	11.9	13.9	15.4	16.4	16.6	16.5	15.8	14.5	12.6	10.7	9.7	24	17.5	16.5	14.6	12.3	10.2	9.1	9.5	11.2	13.4	15.6	17.1	17.7
10.7	12.3	14.2	15.5	16.3	16.4	16.4	15.8	14.6	13.0	11.1	10.2	22	17.4	16.5	14.8	12.6	10.6	9.6	10.0	11.6	13.7	15.7	17.0	17.5
11.2	12.7	14.4	15.6	16.3	16.4	16.3	15.9	14.8	13.3	11.6	10.7	20	17.3	16.5	15.0	13.0	11.0	10.0	10.4	12.0	13.9	15.8	17.0	17.4
11.6	13.0	14.6	15.6	16.1	16.1	16.1	15.8	14.9	13.6	12.0	11.1	18	17.1	16.5	15.1	13.2	11.4	10.4	10.8	12.3	14.1	15.8	16.8	17.1
12.0	13.3	14.7	15.6	16.0	15.9	15.9	15.7	15.0	13.9	12.4	11.6	16	16.9	16.4	15.2	13.5	11.7	10.8	11.2	12.6	14.3	15.8	16.7	16.8
12.4	13.6	14.9	15.7	16.0	15.9	15.7	15.7	15.1	14.1	12.8	12.0	14	16.7	16.4	15.3	13.7	12.1	11.2	11.6	12.9	14.5	15.8	16.5	16.6
12.8	13.9	15.1	15.7	15.7	15.5	15.5	15.6	15.2	14.4	13.3	12.5	12	16.6	16.3	15.4	14.0	12.5	11.6	12.0	13.2	14.7	15.8	16.4	16.5
13.2	14.2	15.3	15.7	15.5	15.3	15.3	15.5	15.3	14.7	13.6	12.9	10	16.4	16.3	15.5	14.2	12.8	12.0	12.4	13.5	14.8	15.9	16.2	16.2
13.6	14.5	15.3	15.6	15.3	15.0	15.1	15.4	15.3	14.8	13.9	13.3	8	16.1	16.1	15.5	14.4	13.1	12.4	12.7	13.7	14.9	15.8	16.0	16.0
13.9	14.8	15.4	15.4	15.1	14.7	14.9	15.2	15.3	15.0	14.2	13.7	6	15.8	16.0	15.6	14.7	13.4	12.8	13.1	14.0	15.0	15.7	15.8	15.7
14.3	15.0	15.5	15.5	14.9	14.4	14.6	15.1	15.3	15.1	14.5	14.1	4	15.5	15.8	15.6	14.9	13.8	13.2	13.4	14.3	15.1	15.6	15.5	15.4
14.7	15.3	15.6	15.3	14.6	14.2	14.3	14.9	15.3	15.3	14.8	14.4	2	15.3	15.7	15.7	15.1	14.1	13.5	13.7	14.5	15.2	15.5	15.3	15.1
15.0	15.5	15.7	15.3	14.4	13.9	14.1	14.8	15.3	15.4	15.1	14.8	0	15.0	15.5	15.7	15.3	14.4	13.9	14.1	14.8	15.3	15.4	15.1	14.8

Sumber: FAO Irrigation And Drainage Paper No 24, 1977

Tabel 2. Durasi Harian Rata-Rata Dari Maksimum Lama (Jam) Penyinaran yang Mungkin (N) Untuk Bulan dan Latitude Yang Berbeda

Northern Lats	Jan	Feb	Mar	Apr	May	June	July	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec
	July	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	June
50	8.5	10.1	11.8	13.8	15.4	16.3	15.9	14.5	12.7	10.8	9.1	8.1
48	8.8	10.2	11.8	13.6	15.2	16.0	15.6	14.3	12.6	10.9	9.3	8.3
46	9.1	10.4	11.9	13.5	14.9	15.7	15.4	14.2	12.6	10.9	9.5	8.7
44	9.3	10.5	11.9	13.4	14.7	15.4	15.2	14.0	12.6	11.0	9.7	8.9
42	9.4	10.6	11.9	13.4	14.6	15.2	14.9	13.9	12.6	11.1	9.8	9.1
40	9.6	10.7	11.9	13.3	14.4	15.0	14.7	13.7	12.5	11.2	10.0	9.3
35	10.1	11.0	11.9	13.1	14.0	14.5	14.3	13.5	12.4	11.3	10.3	9.8
30	10.4	11.1	12.0	12.9	13.6	14.0	13.9	13.2	12.4	11.5	10.6	10.2
25	10.7	11.3	12.0	12.7	13.3	13.7	13.5	13.0	12.3	11.6	10.9	10.6
20	11.0	11.5	12.0	12.6	13.1	13.3	13.2	12.8	12.3	11.7	11.2	10.9
15	11.3	11.6	12.0	12.5	12.8	13.0	12.9	12.6	12.2	11.8	11.4	11.2
10	11.6	11.8	12.0	12.3	12.6	12.7	12.6	12.4	12.1	11.8	11.6	11.5
5	11.8	11.9	12.0	12.2	12.3	12.4	12.3	12.3	12.1	12.0	11.9	11.8
0	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1

Sumber: FAO Irrigation And Drainage Paper No 24, 1977

Tabel 3. Nilai Weighting Factor (W) Sebagai Efek Radiasi Pada ETo Pada Temperatur Dan Altitude Yang Berbeda

Temperature °C	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40
W at altitude m																				
0	0.43	.46	.49	.52	.55	.58	.61	.64	.66	.68	.71	.73	.75	.77*	.78	.80	.82	.83	.84	.85
500	.45	.48	.51	.54	.57	.60	.62	.65	.67	.70	.72	.74	.76	.78	.79	.81	.82	.84	.85	.86
1000	.46	.49	.52	.55	.58	.61	.64	.66	.69	.71	.73	.75	.77	.79	.80	.82	.83	.85	.86	.87
2000	.49	.52	.55	.58	.61	.64	.66	.69	.71	.73	.75	.77	.79	.81	.82	.84	.85	.86	.87	.88
3000	.52	.55	.58	.61	.64	.66	.69	.71	.73	.75	.77	.79	.81	.82	.84	.85	.86	.88	.89	.89
4000	.55	.58	.61	.64	.66	.69	.71	.73	.76	.78	.79	.81	.83	.84	.85	.86	.88	.89	.90	.90

Sumber: FAO Irrigation And Drainage Paper No 24, 1977

2.3.3 Debit *Emitter*

Debit merupakan banyaknya volume air per satuan waktu. Pada irigasi tetes debit yang diberikan hanya beberapa liter perjam. Debit biasa digunakan yaitu 4 l/jam, namun ada pengolahan pertanian yang juga menggunakan debit 2,68 l/jam.

Penggunaan debit berdasarkan waktu operasional dan jarak tanaman (Keller, 1990).

Berikut cara menghitung debit *emitter*:

1. Menghitung Debit Rata-Rata *Emitter*

$$Q = V/T \quad (6)$$

Dimana:

Q = Debit *Emitter* (L/Jam)

V = Volume (L)

T = Waktu (Jam)

2. Efisiensi keseragaman tetesan dengan persamaan (Prastowo, 2002):

$$Ed = 100 (qn^1/qrata2) \quad (7)$$

Dimana:

Ed = Efisiensi distribusi (%)

qn^1 = Debit rata-rata dari 25% Debit terendah (L/Jam)

$qrata2$ = Laju rata-rata *Emitter* (1/Jam)

3. Menghitung efisiensi aplikasi tetesan

$$Ea = qmin/qrata2 \quad (8)$$

Dimana:

Ea = Efisiensi Aplikasi (%)

$qmin$ = Laju Minimum *Emitter* (1/Jam)

$qrata2$ = Laju Rata-Rata *Emitter* (1/Jam)

2.4 Kebutuhan Pada Air Tanaman

2.4.1 Keseragaman irigasi

Menurut Sapei (2003), keseragaman aplikasi air merupakan salah satu faktor penentu efisiensi irigasi yang dihitung dengan persamaan koefisien keseragaman irigasi *Coefficient Uniformity* (CU) dengan menggunakan persamaan Christiansen:

$$Cu = \left[1 - \frac{\sum (xi - \bar{x})}{\sum xi} \right] \quad (9)$$

Dimana:

Cu = Koefisien keseragaman irigasi (%)

xi = Volume air pada wadah ke-i (ml)

$\bar{x}$ = Nilai rata-rata dari volume air pada wadah (ml)

$\Sigma [x_i - \bar{x}]$ = Jumlah deviasi absolut rata-rata pengukuran (ml)

Keseragaman irigasi tetes dapat dikatakan seragam atau layak apabila nilai C_u lebih besar dari 90% (>90%). Nilai C_u yang rendah dapat dijadikan indikator kehilangan air melalui perkolasi sangat tinggi (Sapei, 2003).

2.4.2 Efisiensi penyebaran irigasi tetes

Pemberian air irigasi dialirkan secara merata dan normal pada daerah perakaran. Pada hampir seluruh keadaan, makin merata air yang didistribusikan makin baik reaksi tanaman. Pendistribusian air merupakan suatu upaya pemakaian air yang benar-benar sesuai dengan kebutuhan tanah dan tanaman. Penggunaan air irigasi yang efisien merupakan kewajiban setiap pemakai. Efisiensi penyebaran untuk mengetahui banyaknya air yang mampu membasahi tanah. Efisiensi ini untuk menunjukkan dimana peningkatan dapat dilakukan yang akan menghasilkan pemberian air irigasi yang lebih efisien. Adapun persamaannya sebagai berikut (Hansen, V. E, 1986):

$$Ed = 100 \left(1 - \frac{y}{d} \right) \quad (10)$$

Dimana:

Ed = Efisiensi penyebaran

y = Angka deviasi rata-rata untuk kedalaman yang di tampung (cm)

d = Kedalam air rata-rata yang di tampung selama pemberian air irigasi tetes

2.4.3 Menghitung waktu operasional

Adapun persamaan menghitung waktu operasional sebagai berikut:

$$T_a = \frac{G}{N_p \times q_a} \quad (11)$$

Dimana:

T_a = Waktu operasi irigasi (jam/hari)

G = Kebutuhan air pertanian (1/hari)

N_p = jumlah emiter per tanaman

q_a = debit rata-rata emiter (1/jam)

3. METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental yang menggunakan data kuantitatif. Penelitian dilakukan pada petak tanaman berupa bedengan ukuran 3 m x 1,5 m sebanyak 2 petak. Penelitian ini menggunakan data primer yaitu nilai kebutuhan air tanaman dalam liter/detik, botol dan alat *emitter* diasumsikan sebanyak 20 buah dengan pertimbangan hasil

data primer yang didapatkan di lapangan. Model bedengan yang digunakan adalah bedengan B3 (tanaman kemangi) dan bedengan B4 (tanaman sawi hijau). Sedangkan model layout yang digunakan adalah layout sejajar 2 (dua) baris irigasi tetes dengan perletakan 3 (tiga) baris kemangi (B3) dan sawi hijau (B4). Perencanaan *emitter* dilakukan dengan cara mengkalibrasi alat sampai dengan ketentuan pengaturan ketiga tetesan. Perhitungan kebutuhan air tanaman menggunakan metode radiasi evapotranspirasi (Eto). Pada penelitian ini tetesan air diatur dalam 3 percobaan yaitu pada putaran pertama 1 (satu) ulir per menit didapatkan 60 tetes, putaran kedua 2 (dua) ulir per menit didapatkan 125 tetes, dan putaran ketiga 3 (tiga) per menit didapatkan 180 tetes, untuk mendapatkan berapa liter air yang dikeluarkan oleh alat *emitter*.

3.2 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Perumahan Karanglo Indah, RT 01, RW 04, Kelurahan Balearjosari, Kecamatan Blimbing Kota Malang. Pemilihan lokasi ini dilakukan secara *purposive sampling*, yaitu pemilihan secara langsung dengan pertimbangan bahwa lokasi tersebut merupakan salah satu daerah yang sangat cocok dengan budidaya tanaman sayuran sawi hijau, pakcoy (sawi daging), kangkung, cabe besar dan prei. Penelitian ini dilaksanakan selama 3 bulan (bulan September, Oktober, dan November), dengan pengamatan dilakukan tiga kali dalam seminggu, jam kerja dimulai dari pukul 06:30-09:00 dan pukul 15:00-17:00.



Gambar 13. Lokasi Penelitian

3.4 Pelaksanaan Penelitian

Adapun pelaksanaan penelitian ini sebagai berikut:

1. Tahap Persiapan

- a. Menyiapkan alat dan bahan
- b. Melakukan pendangiran atau penggemburan pada tanah
- c. Pencampuran bahan media tanam yang digunakan (tanah hitam, sekam padi, dan pupuk kandang) dengan perbandingan 1:1:1:1
- d. Kemudian media tanam yang sudah tercampur ditabur merata pada tanah yang sudah dangir atau digemburkan.
- e. Pengambilan bibit yang sudah disemai untuk dipindahkan ke bedengan.
- f. Penanaman bibit

g. Menyiapkan 20 buah botol bekas ukuran 1,5 liter yang sudah dilubangi pada bagian bawah botol, dan alat *emitter* sebanyak 20 buah.

2. Tahap pengoperasian

- a. Perletakkan alat irigasi tetes sederhana berupa botol *emitter* yang sudah diisi air.
- b. Mengoperasikan jaringan irigasi *emitter* dengan cara katup *emitter* dibuka dengan pola tertentu sehingga air bisa menetes keluar dengan satuan waktu ml/dtk.
- c. Menghitung volume air yang digunakan dengan masa waktu sampai habis air dalam botol.

3. Pengolahan Data

Data primer yang diperoleh selanjutnya dianalisis menggunakan program bantu sederhana menggunakan microsoft excel. Adapun yang dihitung adalah:

- a. Menghitung debit air yang dikeluarkan oleh *emitter*.
- b. Menghitung debit rata-rata *emitter* dengan menggunakan persamaan (6)
- c. Menentukan perbandingan tekanan (P) dan debit (Q)
- d. Menghitung efisiensi keseragaman tetesan dengan menggunakan persamaan (7)
- e. Menghitung efisiensi aplikasi tetesan dengan menggunakan persamaan (8)
- f. Menghitung koefisien keseragaman irigasi menggunakan persamaan (9)
- g. Menghitung waktu operasional menggunakan persamaan (11)
- h. Menghitung kebutuhan air pada tanaman hasil data di lapangan dengan menggunakan metode radiasi.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

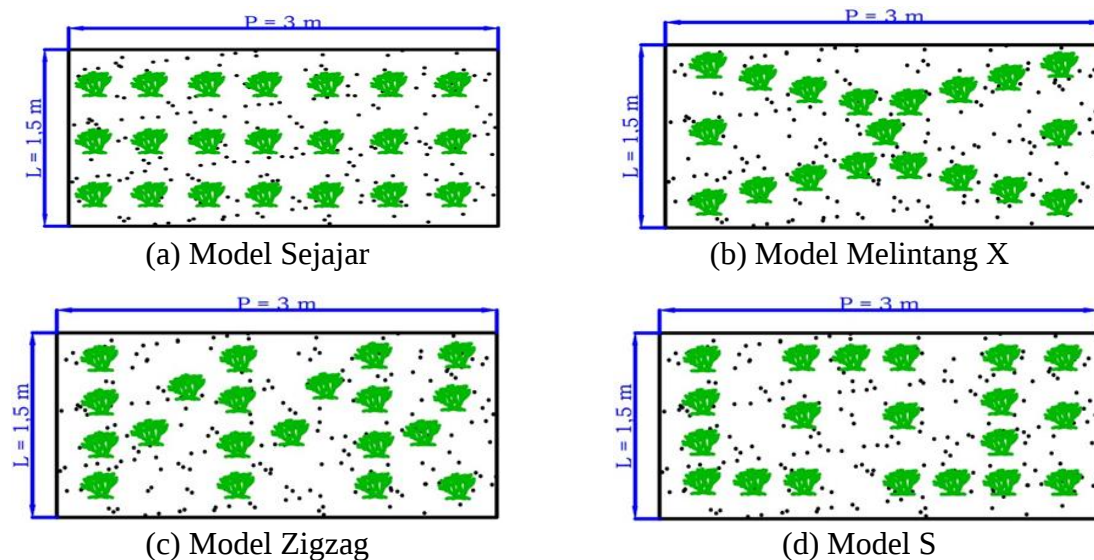
4.1 Model Bedengan dan Layout Irigasi Tetes

Bedengan yang digunakan dalam penelitian ini adalah 2 (dua) bedengan (B3 dan B4) dari 5 bedengan yang tersedia (Gambar 14). Dua bedengan arah melintang (Timur – Barat, B1 dan B2) dan tiga bedengan arah memanjang (Utara – Selatan, B3, B4 dan B5). Masing – masing bedengan berukuran 3 m x 1,5 m, dengan ketebalan tanah sekitar $\pm 20 - 25$ cm. Di tepian bedengan diberi penahan berupa genteng dan batu bata yang disusun sedemikian rupa untuk perkuatan, membantu menahan tanah agar tidak meluruh saat penyiraman/terjadi hujan deras. Bedengan yang semula diisi tanah lepas, dipadatkan sekitar 3 – 4 kali agar lengas tanah rapat, memudahkan saat diisi tanaman hasil penyemaian. Bedengan 1 (B1) berisi tanaman sawi sendok (pakcoy) dan tomat, bedengan 2 (B2) berisi tanaman cabe besar dan cabe kecil/rawit, bedengan 3 (B3) berisi tanaman kemangi, bedengan 4 (B4) berisi sawi hijau (caisim), bedengan 5 (B5) berisi tanaman lidah buaya, ginseng, serai, pepaya dan bayam brazil.



Gambar14. Model Bedengan

Layout sistem irigasi tetes direncanakan menyesuaikan dan memilih salah satu model perletakan tanaman seperti ditampilkan dalam Gambar 15 (model sejajar, model melintang, model zigzag, model huruf S). Sistem irigasi tetes terdiri dari botol dan alat *emitter* (tutup botol berbentuk kerucut dan katup berulir untuk mengatur laju dan jumlah tetesan air). Botol yang digunakan adalah botol plastik sebanyak 20 buah (per bedengan) dengan ukuran 1,5 liter dan diameter tutup botol yaitu 1,1 inchi (2,79 cm). Dalam rancangan ini penelitian menggunakan 3 (tiga) simulasi dalam penggunaan alat irigasi tetes yaitu: 1) pada putaran pertama 1 (satu) ulir untuk pemenuhan 60 tetes per menit, 2) putaran kedua 2 (dua) ulir untuk pemenuhan 125 tetes per menit, dan 3) putaran ketiga 3 (tiga) ulir untuk pemenuhan 180 tetes per menit, dengan penjelasan bahwa 1 tetes setara dengan 1 mililiter (1 ml). Sistem irigasi tetes ini diaplikasikan pada dua petak bedengan yaitu B3 dan B4 (tanaman sayuran sawi hijau/caisim dan kemangi).



Gambar 15. Layout Bedengan

4.2 Penyemaian Benih

Sebelum penelitian dilaksanakan di bedengan B3 dan B4, perlu adanya penyemaian benih tanaman. Penyemaian benih merupakan suatu proses penumbuhan tunas tanaman baru yang tumbuh dari benih yang disemai dalam tray dan setelah sekitar dua minggu atau tunas tanaman sudah berkeping empat, maka tunas dapat dipindahkan pada bedengan. Benih diartikan sebagai biji yang telah mengalami perlakuan khusus sehingga dapat dijadikan

sarana dalam memperbanyak tanaman. Bibit yaitu benih/biji yang telah disemai sebelumnya yang akan ditanam ke lahan/media tanam dan memenuhi persyaratan dalam budidaya tanaman. Hasil tanaman yang baik dipengaruhi oleh mutu benih, jenis benih, dan cara penyemaian benih. Untuk mutu, benih yang kualitasnya baik dikelompokkan berdasarkan harga. Benih yang harganya sedikit lebih mahal biasanya memiliki mutu yang lebih baik karena sudah melewati tahap filter dan proses sortir. Untuk jenis benih, terdapat beragam merk jenis benih sayuran. Untuk cara penyemaian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. *Tray* diisi dengan campuran tanah dan serbuk kayu kering pada 72 *holes tray*,
2. Masukkan benih sawi hijau dan sawi sendok sebanyak 1 – 2 benih pada setiap *holes tray*,
3. Semprotkan air secukupnya menggunakan *spray* untuk memberikan kelembaban karena kondisi tanah yang basah,
4. *Tray* ditutup menggunakan kresek hitam dan diletakkan ditempat teduh atau tidak terkena sinar matahari,
5. Setelah empat hari penutup *tray* yaitu kresek warna hitam dibuka seperti pada gambar 16.



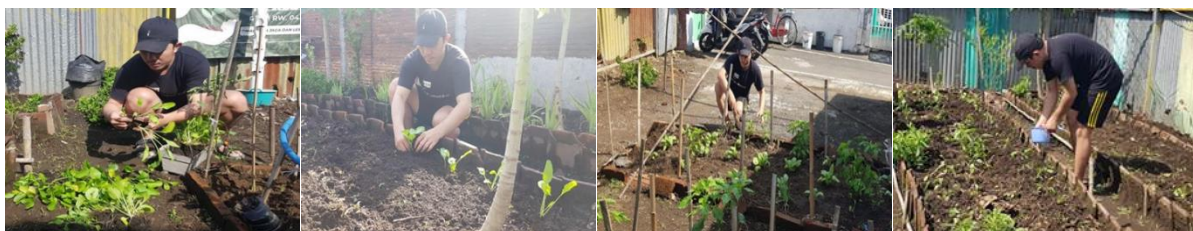
Gambar 16. Penutup *Tray* Yang Sudah Dibuka

6. Tunas yang sudah berkeping empat berada pada *holes tray* dipindahkan ke *polybag*, tetapi belum dipindahkan pada bedengan seperti pada gambar 17.



Gambar 17. Tunas Dari *Tray* Yang Sudah Dipindahkan Ke *Polybag*

7. Setelah satu minggu tunas tanaman di *polybag* dipindahkan ke bedengan (Gambar 18). Tanaman ditempatkan pada lubang dengan jarak antar tanaman $\pm$ sekitar 20 cm.



Gambar 18. Pemindahan Tunas Ke Bedengan

8. Penyiraman di bedengan dilakukan setiap 2 hari sekali, selama 37 hari

4.1.3 Pengolahan lahan dan pemindahan bibit

Lahan bedengan sebelum ditanami harus diolah sedemikian rupa agar media tanam yang diletakkan dalam bedengan dapat memberikan dukungan yang baik dan memenuhi zat-zat yang dibutuhkan tunas benih. Adapun pengolahan bedengan dan pemindahan bibit adalah sebagai berikut:

1. Bedengan lama dibersihkan dari semak, rumput liar dan tanaman yang sudah tidak berguna/layu/mati/kering (Gambar 19),
2. Bedengan diisi dengan tanah biasa sekitar 10 cm sampai pertengahan tinggi genteng/batu bata yang digunakan sebagai pembatas,
3. Dilakukan pendangiran/penggemburan tanah sambil tanah dibolak – balik agar unsur-unsur hara tanaman dapat tercampur merata (Gambar 20),



Gambar 19. Kondisi Kedua Bedengan Sebelum Dibersihkan



Gambar 20. Penggemburan Tanah

4. Pencampuran media tanam untuk ditambahkan di tanah biasa yang sudah ada di bedengan. Media tanam ini terdiri dari tanah hitam, sekam biasa, sekam bakar, tanah yang sudah tercampur dengan pupuk kandang dengan perbandingan 1:1:1:1 (masing-masing kapasitas 5 kg). Setelah dicampur merata, media tanam ini dicampurkan kembali pada tanah biasa di bedengan sambil dilakukan pendangiran ulang. Adapun pencampuran media tanam dan tanah biasa ditampilkan dalam Gambar 21. Secara umum, media tanam harus dapat menjaga kelembaban daerah sekitar akar, menyediakan cukup udara, dan dapat menahan ketersediaan unsur hara karena digunakan sebagai tempat tumbuh dan berkembangnya akar tanaman (Wuryaningsih & Darliah, 2008).



Gambar 21. Pencampuran Media Tanam

5. Pengambilan bibit tanaman sayuran ada di wadah pot/*polybag* seperti pada Gambar 22.



Gambar 22. Pengambilan Bibit Yang Ada Dalam Wadah Pot/*Polybag*

6. Pemindahan dan pemilahan benih tanaman.

Benih tanaman yang sudah bertunas harus dipisahkan satu sama lain untuk mendapatkan hasil tanaman yang maksimal. Satu lubang berisi satu tunas tanaman. Bila dalam satu lubang tanaman pada bedengan diisi dengan 3 - 4 tunas, maka tanaman tersebut akan saling berebutan nutrisi sehingga hasil akhir biasanya kurang baik atau terdapat tanaman yang terhimpit dan mati kekeringan. Pemindahan dan penanaman bibit ditampilkan pada Gambar 23.



Gambar 23. Pemindahan Atau Penanaman Bibit Tanaman Pada Bedengan

4.1.4 Kalibrasi dan faktor koreksi

Sebelum alat irigasi tetes digunakan, terlebih dahulu dilakukan kalibrasi alat dan perhitungan faktor koreksi. Kalibrasi dilakukan pada *emitter* katup berulir yang memiliki putaran 60 tetes (60 ml), 125 tetes (125 ml), dan 180 tetes (180 ml) dalam waktu satu menit (60 detik). Tujuan dilakukannya kalibrasi yaitu mendapatkan kesesuaian tetesan yang direncanakan (T_{renc}) dengan tetesan riil di lapangan (T_{aktual}). Apabila terdapat perbedaan antara tetesan rencana dan tetesan aktual maka digunakan faktor koreksi (fk) dalam perhitungan. Adapun tahapan kalibrasi sebagai berikut:

1. Botol diisi air secukupnya dan *emitter* berkatup dipasang pada ujung botol.
2. Katup diputar sesuai ulir untuk mendapatkan tetesan dan jumlah tetes air yang keluar dihitung per menit (60 detik). Perhitungan menggunakan *stopwatch*.
3. Kalibrasi pertama dilakukan pada tetes 60 ml dengan cara *trial error* sampai diperoleh hasil yang mendekati 60 tetes.
4. Ulir yang disetel sampai menghasilkan 60 tetes atau yang mendekati, diberi penanda warna hitam (Gambar 24. (a))

5. Proses yang sama dilakukan untuk tetes 125 ml dan tetes 180 ml. Ulir yang disetel sampai menghasilkan 125 tetes atau yang mendekati, diberi penanda warna biru (Gambar 24. (b)). Ulir yang disetel sampai menghasilkan 180 tetes atau yang mendekati, diberi penanda warna merah (Gambar 24. (c)).



(a) 60 tetes/menit

(b) 125 tetes/menit

(c) 180 tetes/menit

Gambar 24. Kalibrasi Dan Faktor Koreksi

Adapun data yang diperoleh dari kalibrasi alat irigasi tetes dan faktor koreksi ditunjukkan pada Tabel 4.

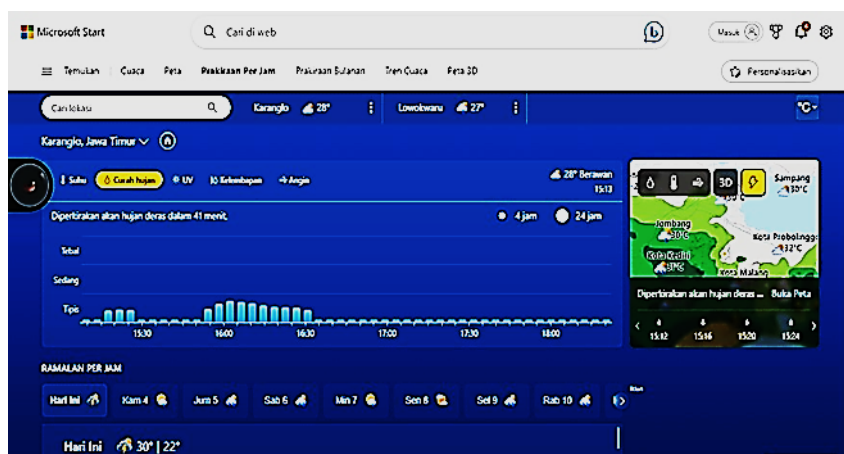
Tabel 4. Data Kalibrasi Alat Dan Faktor Koreksi

Nama	60 t		rerata	fk	125 t		rerata	fk	180 t		rerata	fk
E1	63	58	60,50	1,008	127	120	123,50	0,988	190	185	187,50	1,042
E2	56	66	61,00	1,017	130	117	123,50	0,988	188	175	181,50	1,008
E3	67	54	60,50	1,008	135	117	126,00	1,008	189	185	187,00	1,039
E4	64	58	61,00	1,017	118	128	123,00	0,984	175	183	179,00	0,994
E5	55	58	56,50	0,942	120	123	121,50	0,972	186	178	182,00	1,011
E6	57	58	57,50	0,958	128	122	125,00	1,000	178	183	180,50	1,003
E7	55	58	56,50	0,942	119	127	123,00	0,984	174	184	179,00	0,994
E8	52	58	55,00	0,917	115	123	119,00	0,952	172	178	175,00	0,972
E9	58	58	58,00	0,967	118	120	119,00	0,952	186	182	184,00	1,022
E10	55	58	56,50	0,942	117	123	120,00	0,960	188	183	185,50	1,031
E11	66	58	62,00	1,033	120	127	123,50	0,988	176	182	179,00	0,994
E12	63	58	60,50	1,008	115	121	118,00	0,944	179	184	181,50	1,008
E13	56	58	57,00	0,950	123	127	125,00	1,000	174	178	176,00	0,978
E14	67	58	62,50	1,042	121	128	124,50	0,996	189	183	186,00	1,033
E15	64	58	61,00	1,017	119	124	121,50	0,972	187	182	184,50	1,025
E16	58	58	58,00	0,967	123	126	124,50	0,996	176	182	179,00	0,994
E17	55	58	56,50	0,942	118	122	120,00	0,960	183	178	180,50	1,003
E18	63	58	60,50	1,008	122	128	125,00	1,000	176	183	179,50	0,997
E19	65	58	61,50	1,025	130	123	126,50	1,012	185	182	183,50	1,019
E20	67	58	62,50	1,042	118	122	120,00	0,960	177	183	180,00	1,000

4.1.5 Suhu, kecepatan angin, dan kelembapan relatif,

Data suhu, kecepatan angin dan kelembapan relatif diperlukan dalam perhitungan evaporasi (ET_o). Data suhu, kecepatan angin, dan kelembapan relatif, didapatkan dari data

cuaca harian selama satu bulan lebih atau 37 hari penuh pada bulan November dan Desember 2023 (Gambar 25.). Data tersebut dapat diperoleh melalui BMKG maupun BPS kota Malang.



Gambar 25. Suhu, Kecepatan Angin Dan Kelembaban Relatif (Harian)

Sumber: <https://www.msn.com/id-id/cuaca/prakiraanperjam/inKaranglo,Jawa-Timur>

4.1.6 Kebutuhan air tanaman (Metode Radiasi)

Metode ini digunakan untuk daerah dimana data-data iklim yang tersedia termasuk temperatur udara, penyinaran matahari, keadaan awan atau radiasi, namun tidak termasuk kecepatan angin dan kelembapan. Variabel yang diperlukan dalam metode radiasi adalah radiasi matahari dalam equivalen evaporasi (R_s , satuan mm/hari), *weighting factor* yang tergantung dari *temperature* dan *altitude* (W), *adjustment factor* yang tergantung dari kelembaban relatif (RH) rata - rata dan angin sepanjang siang. Adapun data yang didapatkan dalam menghitung kebutuhan air tanaman menggunakan metode radiasi yaitu:

1. Radiasi Surya (R_a) dan jam cerah (N)

Penelitian ini dilakukan selama bulan November – Desember 2023. Karanglo Indah terletak pada 7,06 – 8,02 Lintang Selatan (kota Malang), sehingga dari Tabel 6. diperoleh nilai R_a = 16,0 (bulan November – Desember). Angka R_a ini dipergunakan untuk perhitungan R_s . Untuk nilai jam cerah (N) Lintang Selatan (Tabel 7), diperoleh nilai = 12,7 (diambil nilai maksimum saat bulan Desember).

Tabel 6. Radiasi Ekstra Terrestrial (R_a) Dinyatakan Dalam Equivalen Evaporasi

Lintang Selatan (LS)												
Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Lat (°)
17,5	14,7	10,9	7,0	4,2	3,1	3,5	5,5	8,9	12,9	16,5	18,2	50
17,6	14,9	11,2	7,5	4,7	3,5	4,0	6,0	9,3	13,2	16,6	18,2	48
17,7	15,1	11,5	7,9	5,2	4,0	4,4	6,5	9,7	13,4	16,7	18,3	46
17,8	15,3	11,9	8,4	5,7	4,4	4,9	6,9	10,2	13,7	16,7	18,3	44
17,8	15,5	12,2	8,8	6,1	4,9	5,4	7,4	10,6	14,0	16,8	18,3	42
17,9	15,7	12,5	9,2	6,6	5,3	5,9	7,9	11,0	14,2	16,9	18,3	40
17,9	15,8	12,8	9,6	7,1	5,8	6,3	8,3	11,4	14,4	17,0	18,3	38
17,9	16,0	13,2	10,1	7,5	6,3	6,8	8,8	11,7	14,6	17,0	18,2	36
17,8	16,1	13,5	10,5	8,0	6,8	7,2	9,2	12,0	14,9	17,1	18,2	34

Lintang Selatan (LS)												
Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Lat (°)
17,8	16,2	13,8	10,9	8,5	7,3	7,7	9,6	12,4	15,1	17,2	18,1	32
17,8	16,4	14,0	11,3	8,9	7,8	8,1	10,1	12,7	15,3	17,3	18,1	30
17,7	16,4	14,3	11,6	9,3	8,2	8,6	10,4	13,0	15,4	17,2	17,9	28
17,6	16,4	14,4	12,0	9,7	8,7	9,1	10,9	13,2	15,5	17,2	17,8	26
17,5	16,5	14,6	12,3	10,2	9,1	9,5	11,2	13,4	15,6	17,1	17,7	24
17,4	16,5	14,8	12,6	10,6	9,6	10,0	11,6	13,7	15,7	17,0	17,5	22
17,3	16,5	15	13,0	11,0	10,0	10,4	12,0	13,9	15,8	17,0	17,4	20
17,1	16,5	15,1	13,2	11,4	10,4	10,8	12,3	14,1	15,8	16,8	17,1	18
16,9	16,4	15,2	13,5	11,7	10,8	11,2	12,6	14,3	15,8	16,7	16,8	16
16,7	16,4	15,3	13,7	12,1	11,2	11,6	12,9	14,5	15,8	16,5	16,6	14
16,6	16,3	15,4	14,0	12,5	11,6	12,0	13,2	14,7	15,8	16,4	16,5	12
16,4	16,3	15,5	14,2	12,8	12,0	12,4	13,5	14,8	15,9	16,2	16,2	10
16,1	16,1	15,5	14,4	13,1	12,4	12,7	13,7	14,9	15,8	16,0	16,0	8
15,8	16,0	15,6	14,7	13,4	12,8	13,1	14,0	15,0	15,7	15,8	15,7	6
15,5	15,8	15,6	14,9	13,8	13,2	13,4	14,3	15,1	15,6	15,5	15,4	4
15,3	15,7	15,7	15,1	14,1	13,5	13,7	14,5	15,2	15,5	15,3	15,1	2
15,0	15,5	15,7	15,3	14,4	13,9	14,1	14,8	15,3	15,4	15,1	14,8	0

Sumber: FAO Irrigation And Drainage Paper No 24, 1977

Tabel 7. Durasi Harian Rata-Rata Dari Maksimum Lama (Jam) Penyinaran Yang Mungkin (N) Untuk Bulan Dan *Latitude* Yang Berbeda

LS	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun
50	8.5	10.1	11.8	13.8	15.4	16.3	15.9	14.5	12.7	10.8	9.1	8.1
48	8.8	10.2	11.8	13.6	15.2	16.0	15.6	14.3	12.6	10.9	9.3	8.3
46	9.1	10.4	11.9	13.5	14.9	15.7	15.4	14.2	12.6	10.9	9.5	8.7
44	9.3	10.5	11.9	13.4	14.7	15.4	15.2	14.0	12.6	11.0	9.7	8.9
42	9.4	10.6	11.9	13.4	14.6	15.2	14.9	13.9	12.6	11.1	9.8	9.1
40	9.6	10.7	11.9	13.3	14.4	15.0	14.7	13.7	12.5	11.2	10.0	9.3
35	10.1	11.0	11.9	13.1	14.0	14.5	14.3	13.5	12.4	11.3	10.3	9.8
30	10.4	11.1	12.0	12.9	13.6	14.0	13.9	13.2	12.4	11.5	10.6	10.2
25	10.7	11.3	12.0	12.7	13.3	13.7	13.5	13.0	12.3	11.6	10.9	10.6
20	11.0	11.5	12.0	12.6	13.1	13.3	13.2	12.8	12.3	11.7	11.2	10.9
15	11.3	11.6	12.0	12.5	12.8	13.0	12.9	12.6	12.2	11.8	11.4	11.2
10	11.6	11.8	12.0	12.3	12.6	12.7	12.6	12.4	12.1	11.8	11.6	11.5
5	11.8	11.9	12.0	12.2	12.3	12.4	12.3	12.3	12.1	12.0	11.9	11.8
0	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1

Sumber: FAO Irrigation And Drainage Paper No 24, 1977

2. Weighting Factor (W)

Tabel 8. Nilai *Weighting Factor* (W) Sebagai Efek Radiasi Pada ETo Pada Temperatur Dan *Altitude* Yang Berbeda

Suhu °	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40
W altitude (m)	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40
0	0,43	0,46	0,49	0,52	0,55	0,58	0,61	0,64	0,66	0,68	0,71	0,73	0,75	0,77	0,78	0,80	0,82	0,83	0,84	0,85
500	0,45	0,48	0,51	0,54	0,57	0,60	0,62	0,65	0,67	0,7	0,72	0,74	0,76	0,78	0,79	0,81	0,82	0,84	0,85	0,86

1000	0,46	0,49	0,52	0,55	0,58	0,61	0,64	0,66	0,69	0,71	0,73	0,75	0,77	0,79	0,80	0,82	0,83	0,85	0,86	0,87
2000	0,49	0,52	0,55	0,58	0,61	0,64	0,66	0,69	0,71	0,73	0,75	0,77	0,79	0,81	0,82	0,84	0,85	0,86	0,87	0,88
3000	0,52	0,55	0,58	0,61	0,64	0,66	0,69	0,71	0,73	0,75	0,77	0,79	0,81	0,82	0,84	0,85	0,86	0,88	0,88	0,89
4000	0,55	0,58	0,61	0,64	0,66	0,69	0,71	0,73	0,76	0,78	0,79	0,81	0,83	0,84	0,85	0,86	0,88	0,89	0,90	0,90

Sumber: FAO Irrigation And Drainage Paper No 24, 1977

3. Adjustment Factor (c)

Tabel 9. *Adjusment Factor (c) bulanan*

Bulan	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
c	1,1	1,1	1	0,9	0,9	0,9	0,9	1	1,1	1,1	1,1	1,1

Sumber: FAO Irrigation And Drainage Paper No 24, 1977

4. Menggunakan data $R_a = 16$, $N = 12,7$, $W = 0,76$, $c = 1,1$, R_s dihitung, selanjutnya akan diperoleh nilai evapotranspirasi (E_{To}) metode radiasi.

4.1.7 Kebutuhan air tanaman (perencanaan)

Kebutuhan air tanaman di bedengan diperoleh dan dihitung dari pengoperasian alat irigasi tetes (perencanaan awal). Botol yang digunakan sebanyak 20 buah ukuran 1,5 liter. Kebutuhan air yang diberikan untuk tanaman sawi hijau dan kemangi (bedengan 3 dan 4) per hari setiap bedengan sebanyak 30.000 ml atau sama dengan 30 liter. Pemberian air dilakukan setiap pagi dan sore selama 37 hari.

4.2 Model bedengan dan layout irigasi tetes

Bedengan yang dipilih untuk pelaksanaan penelitian adalah bedengan B3 (tanaman sawi hijau) dan B4 (tanaman kemangi). Rencana semula yang digunakan adalah bedengan arah melintang yaitu bedengan B1 (tanaman sawi sendok/pakcoy, tomat) dan bedengan B2 (tanaman cabai rawit, cabai merah besar) tetapi pada dua bedengan ini mengalami kendala teknis, maka penelitian beralih ke bedengan B3 dan B4. Pertengahan bulan Oktober 2023 bedengan B1 sudah diisi dengan tunas sawi sendok dengan perkiraan awal November 2023 dapat digunakan irigasi tetes untuk pemenuhan kebutuhan air tanaman. Dalam pelaksanaan, terdapat kendala sebagai berikut:

1. Tunas segar sawi sendok berusia 2 minggu dan tunas berkembang dengan sangat baik. Kondisi ini menarik hama yaitu belalang, ulat, kepik ladybug dan kutu daun sehingga daun tunas segar habis dimakan oleh serangga.



Gambar 26. Kondisi Sayuran Yang Terkena Hama

2. Tanaman sawi sendok dan tomat yang rusak, disulam kembali menggunakan jenis tanaman sama, tetapi mengalami hal serupa.



Gambar 27. Penyulaman Ulang Sayuran Yang Rusak

3. Untuk mengatasi hama, digunakan pembasmi hama alami yaitu larutan fermentasi daun bawang merah, daun bawang putih dan sedikit sabun cuci. Penyemprotan dilakukan satu minggu 2 kali, tetapi hal ini nampaknya belum efektif. Konsep penanaman adalah sayuran organik, sehingga tidak digunakan pestisida fabrikasi untuk mengatasi hama/serangga.
4. Di bulan Oktober, tidak ada hujan, panas terik dan suhu tinggi, sehingga meskipun dilakukan penyiraman pagi dan sore, tanaman sayuran mengalami layu, kering dan mati.
5. Untuk bedengan B2, tanaman cabe juga ada yang rusak karena virus dan kutu tanaman (cabuk putih).



Gambar 28. Virus Dan Kutu Tanaman Cabe

Layout irigasi tetes yang dipilih adalah model sejajar dua baris dengan pertimbangan efektifitas dan kemudahan saat pengoperasian. Tunas sayuran ditempatkan sepanjang dua lajur dan 20 botol *emitter* diletakan diantara sayuran seperti ditampilkan dalam Gambar 29.



Gambar 29. Layout Irigasi Tetes Model Sejajar

4.3 Hasil penyesuaian

Penyesuaian benih sawi hijau serta kemangi sampai menjadi tunas berhasil dengan baik. Penyesuaian benih sekitar 4 hari, pemindahan tunas benih ke *polybag* dari hari ke-4 sampai hari ke-14, sekitar 10 hari sampai berkeping empat, pemindahan tunas keping empat ke bedengan B3 dan B4 sampai tumbuh baik dan siap panen sekitar 30 hari (Gambar 30).



Gambar 30. Hasil Penyemaian Benih Dan Pindahkan Ke Bedengan

4.4 Hasil pengolahan lahan dan tunas sayuran

Pengolahan bedengan B3 dan B4 berisi tanah biasa yang dicampur dengan media tanam (sekam, sekam bakar, campuran pupuk dan tanah hitam) melalui proses pendangiran menghasilkan lahan yang baik yang mendukung tumbuh kembang tanaman sayuran. Hal ini ditunjukkan dengan hasil tanaman sawi hijau dan kemangi yang subur, sesuai dengan perkiraan usia panen yaitu sekitar 35 - 40 hari, tinggi tanaman yang bertambah setiap minggu dan lebar daun yang meningkat. Setiap satu minggu sekali dilakukan pemeliharaan yaitu dengan membersihkan semak, rumput liar, gulma atau tanaman pengganggu di sekitar sayuran. Tunas sayuran tumbuh.



Gambar 31. Pengolahan Lahan Yang Baik Dan Sayuran Yang Berkembang

4.5 Hasil kalibrasi dan faktor koreksi

Perhitungan kalibrasi dan faktor koreksi pada *emitter* 60 tetes tercantum pada Lampiran IV-1 dan IV-2, *emitter* 125 tetes pada Lampiran IV-4 dan IV-5, *emitter* 180 tetes pada Lampiran IV-7 dan IV-8. Seperti dicantumkan dalam Tabel IV-1 halaman 59, nilai tetesan pada *emitter* (E1 – E20) pada saat ulir dan katup diatur, tidak bisa langsung memenuhi nilai 60 tetes, 125 tetes dan 180 tetes. Nilai tetesan berkisar antara 52 - 67 (60 tetes), 117 - 135 (125 tetes) dan 172 - 190 (180 tetes). Hal ini disebabkan karena sulitnya mengatur ketepatan ulir yang menunjukkan tetesan yang direncanakan.

Nilai faktor koreksi berkisar 0,917 – 1,042 (60 tetes), 0,944 – 1,012 (125 tetes), 1,000 – 1,042 (180 tetes). Dalam setiap percobaan, nilai faktor koreksi meningkat linier sesuai tetesan. Tetapi peningkatan ini tidak dapat dibandingkan antara 60 tetes, 125 tetes dan 180 tetes. Faktor koreksi muncul sebagai koefisien pengali tetesan aktual untuk pemenuhan tetesan rencana. Faktor koreksi ini selanjutnya juga dipergunakan untuk analisis kebutuhan air tanaman (ET_o) metode radiasi.

4.6 Hasil suhu, kecepatan angin, dan kelembaban relatif,

Berdasarkan data suhu, kecepatan angin, dan kelembaban relatif jam-jaman mulai dari tanggal 2 November 2023 s/d 8 Desember 2023 selama 37 hari maka didapatkan rata-rata suhu per hari mulai dari suhu 24°C sampai dengan suhu 27°C dan rerata suhu selama 37 hari sebesar 25°C (Idealnya suhu berkisar antara 10 – 38°C). Dapat diartikan bahwa suhu 25°C masih tergolong aman untuk mendukung proses tumbuh kembang sayuran karena termasuk pada *range* suhu ideal. Rata-rata kecepatan angin per hari mulai dari 5,08 km/jam sampai dengan 8,71 km/jam dan rerata kecepatan angin selama 37 hari sebesar 6,67 km/jam = 1,852 m/detik (kecepatan angin berdasarkan skala Beaufort nomor 3 yaitu angin hembusan 1,5 – 3,3 m/s) dapat diartikan bahwa kecepatan 6,67 km/jam tergolong normal, dapat membantu mensuplai karbondioksida untuk pertumbuhan tanaman.

Selain itu angin juga mempengaruhi temperatur dan kelembapan tanah. Angin sebesar 6,67 km/jam mempengaruhi penguapan atau evaporasi (evaporasi yang terjadi kecil). Rata-rata kelembaban relatif per hari mulai dari 63 % sampai dengan 90 % dan rerata kelembaban relatif selama 37 hari sebesar 78 % (idealnya kelembapan antara 45% - 65%). Dapat diartikan bahwa 78% menunjukkan kelembaban tinggi, hal ini terjadi karena kondisi selama penelitian dilaksanakan saat musim penghujan.

4.7 Hasil perhitungan kebutuhan air tanaman (Metode Radiasi)

Berdasarkan data R_a , R_s , N , n , W , dan c maka perhitungan kebutuhan air tanaman menggunakan metode radiasi dapat kita lakukan dengan cara mencari nilai R_a , R_s , N , n , W , dan c berdasarkan tabel masing-masing data. Adapun salah satu contoh perhitungan metode radiasi sebagai berikut:

Diketahui:

<i>Latitude</i> (garis lintang utara)	= 7°
<i>Altitude</i> (ketinggian)	= 553,5 m
Bulan	= November
Trata-rata	= 26 °C
<i>sunshine</i> (n) rata-rata angin hari siang (<i>wind daytime</i>)	= 11 jam/hari
U	= moderate
Rhrata-rata	= medium

Jawaban:

R_a	= 15,90 mm/hari (Tabel 6)
R_s	= $(0,25 + 0,5 n/N) \cdot R_a$
N	= 12,42 jam/hari (Tabel 7)

n/N	= 0,89
Rs	= 10,56 mm/hari
W	= 0,761 (Tabel 8)
W x Rs	= 8,04 mm/hari
c	= 1,1 mm/hari
ETo	= c x (W x Rs) mm/hari
Eto	= 8,84 mm/hari

Berdasarkan perhitungan evapotranspirasi menggunakan metode radiasi didapatkan nilai ETo = 8,84 mm/hari. ETo dalam mm/hari harus diubah dalam ml/hari dengan cara: Hasil ETo mm/hari dibagi 1000 didapatkan m/hari, kemudian m/hari diubah ke m³/hari dengan cara dikalikan luas bedengan 4,5 m², setelah itu dari m³/hari diubah ke liter/hari dengan cara dikali 1000 (karena 1 m³ = 1000 liter). Maka didapatkan 39,789 liter/hari atau 39.789 ml/hari. Rekapitulasi ETo selama 37 hari selengkapnya tercantum dalam Tabel 11.

Tabel 10. Rekapitulasi ETo Selama 37 Hari

mm/hari	m/hari	m ³ /hari	liter/hari	ml/hari
8,84	0,00884	0,03979	39,789	39789
8,75	0,00875	0,03937	39,375	39375
8,75	0,00875	0,03937	39,375	39375
8,84	0,00884	0,03979	39,789	39789
8,84	0,00884	0,03979	39,789	39789
8,75	0,00875	0,03937	39,375	39375
8,84	0,00884	0,03979	39,789	39789
8,84	0,00884	0,03979	39,789	39789
8,75	0,00875	0,03937	39,375	39375
8,75	0,00875	0,03937	39,375	39375
8,75	0,00875	0,03937	39,375	39375
8,75	0,00875	0,03937	39,375	39375
8,75	0,00875	0,03937	39,375	39375
8,84	0,00884	0,03979	39,789	39789
8,84	0,00884	0,03979	39,789	39789
8,84	0,00884	0,03979	39,789	39789
8,84	0,00884	0,03979	39,789	39789
8,84	0,00884	0,03979	39,789	39789
8,84	0,00884	0,03979	39,789	39789
8,91	0,00891	0,04009	40,094	40094
8,91	0,00891	0,04009	40,094	40094
8,91	0,00891	0,04009	40,094	40094
8,84	0,00884	0,03979	39,789	39789
8,75	0,00875	0,03937	39,375	39375
8,75	0,00875	0,03937	39,375	39375

mm/hari	m/hari	m ³ /hari	liter/hari	ml/hari
8,75	0,00875	0,03937	39,375	39375
8,75	0,00875	0,03937	39,375	39375
8,61	0,00861	0,03874	38,743	38743
8,61	0,00861	0,03874	38,743	38743
8,51	0,00851	0,03831	38,313	38313
8,51	0,00851	0,03831	38,313	38313
8,51	0,00851	0,03831	38,313	38313
8,51	0,00851	0,03831	38,313	38313
8,65	0,00865	0,03894	38,937	38937
8,65	0,00865	0,03894	38,937	38937
8,51	0,00851	0,03831	38,313	38313
8,65	0,00865	0,03894	38,937	38937
Rerata				39354

Dari tabel 10. diperoleh nilai ETo = 38,937 – 40,094 liter. Nilai tersebut dikalikan terlebih dahulu dengan faktor koreksi = 0,988 (untuk 60 tetes); 0,981 (untuk 125 tetes); 1,008 (untuk 180 tetes). Hasil selengkapnya tercantum dalam Tabel 11.

Tabel 11. Perhitungan Faktor Koreksi Terhadap Nilai Eto

Satuan	liter/hari	liter/hari	liter/hari	liter/hari	liter/hari	liter/hari
FK	0,988	0,981	1,008	(a-30 L)	(b-30 L)	(c-30 L)
Nama	a	b	c			
02/11/2023	39,291	39,025	40,126	9,29	9,02	10,13
03/11/2023	38,883	38,619	39,708	8,88	8,62	9,71
04/11/2023	38,883	38,619	39,708	8,88	8,62	9,71
05/11/2023	39,291	39,025	40,126	9,29	9,02	10,13
06/11/2023	39,291	39,025	40,126	9,29	9,02	10,13
07/11/2023	38,883	38,619	39,708	8,88	8,62	9,71
08/11/2023	39,291	39,025	40,126	9,29	9,02	10,13
09/11/2023	39,291	39,025	40,126	9,29	9,02	10,13
10/11/2023	38,883	38,619	39,708	8,88	8,62	9,71
11/11/2023	38,883	38,619	39,708	8,88	8,62	9,71
12/11/2023	38,883	38,619	39,708	8,88	8,62	9,71
13/11/2023	38,883	38,619	39,708	8,88	8,62	9,71
14/11/2023	38,883	38,619	39,708	8,88	8,62	9,71
15/11/2023	39,291	39,025	40,126	9,29	9,02	10,13
16/11/2023	39,291	39,025	40,126	9,29	9,02	10,13
17/11/2023	39,291	39,025	40,126	9,29	9,02	10,13
18/11/2023	39,291	39,025	40,126	9,29	9,02	10,13
19/11/2023	39,291	39,025	40,126	9,29	9,02	10,13
20/11/2023	39,291	39,025	40,126	9,29	9,02	10,13
21/11/2023	39,592	39,324	40,433	9,59	9,32	10,43
22/11/2023	39,592	39,324	40,433	9,59	9,32	10,43
23/11/2023	39,592	39,324	40,433	9,59	9,32	10,43
24/11/2023	39,291	39,025	40,126	9,29	9,02	10,13

Satuan	liter/hari	liter/hari	liter/hari	liter/hari	liter/hari	liter/hari
FK	0,988	0,981	1,008	(a-30 L)	(b-30 L)	(c-30 L)
Nama	a	b	c			
25/11/2023	38,883	38,619	39,708	8,88	8,62	9,71
26/11/2023	38,883	38,619	39,708	8,88	8,62	9,71
27/11/2023	38,883	38,619	39,708	8,88	8,62	9,71
28/11/2023	38,883	38,619	39,708	8,88	8,62	9,71
29/11/2023	38,259	37,999	39,071	8,26	8,00	9,07
30/11/2023	38,259	37,999	39,071	8,26	8,00	9,07
01/12/2023	37,834	37,577	38,637	7,83	7,58	8,64
02/12/2023	37,834	37,577	38,637	7,83	7,58	8,64
03/12/2023	37,834	37,577	38,637	7,83	7,58	8,64
04/12/2023	37,834	37,577	38,637	7,83	7,58	8,64
05/12/2023	38,451	38,190	39,267	8,45	8,19	9,27
06/12/2023	38,451	38,190	39,267	8,45	8,19	9,27
07/12/2023	37,834	37,577	38,637	7,83	7,58	8,64
08/12/2023	38,451	38,190	39,267	8,45	8,19	9,27
1	2	3	4	5	6	7

Ket: FK = Faktor Koreksi

Nilai ETo koreksi dikurangkan terhadap kebutuhan tanaman rencana yaitu sebesar 30 liter ditampilkan pada kolom 5 – 7. Hasil pengurangan menunjukkan bahwa air kebutuhan tanaman setelah adanya evaporasi berkisar antara 7,58 – 10,43 liter. Dapat diartikan bahwa kebutuhan air tanaman yang direncanakan, tidak sesuai dan belum memenuhi yaitu perencanaan awal (30 liter) < hasil metode radiasi (40,090 liter).

4.8 Hasil perhitungan kebutuhan air tanaman (Lapangan)

Merujuk penjelasan pada point 4.7 bahwa kebutuhan air tanaman belum terpenuhi, maka selanjutnya dilakukan perhitungan ulang kebutuhan air tanaman yaitu dengan penambahan jumlah air per hari (menjadi 2 kali lipat dari ETo maksimal = 40,094 liter, sebesar 80 liter). Hasil ETo juga dikalikan dengan faktor koreksi = 0,988 (untuk 60 tetes); 0,981 (untuk 125 tetes); 1,008 (untuk 180 tetes). ETo koreksi dikurangkan terhadap ETo hasil metode radiasi untuk mendapatkan kecukupan kebutuhan air tanaman. Hasil perhitungan selengkapnya tercantum dalam Tabel 12.

Tabel 12. Penggunaan 80 Liter Untuk Pemenuhan Kebutuhan Air Tanaman

Satuan	liter/hari	liter/hari	liter/hari	liter/hari	liter/hari	liter/hari
FK	0,988	0,981	1,008	(a-Eto MR)	(b-Eto MR)	(c-Eto MR)
Nama	a	b	c			
80	79,00	78,46	80,68	39,211	38,675	40,889
80	79,00	78,46	80,68	39,625	39,089	41,303
80	79,00	78,46	80,68	39,625	39,089	41,303
80	79,00	78,46	80,68	39,211	38,675	40,889
80	79,00	78,46	80,68	39,211	38,675	40,889
80	79,00	78,46	80,68	39,625	39,089	41,303
80	79,00	78,46	80,68	39,211	38,675	40,889

Satuan	liter/hari	liter/hari	liter/hari	liter/hari	liter/hari	liter/hari
FK	0,988	0,981	1,008	(a-Eto	(b-Eto	(c-Eto
Nama	a	b	c	MR)	MR)	MR)
80	79,00	78,46	80,68	39,211	38,675	40,889
80	79,00	78,46	80,68	39,625	39,089	41,303
80	79,00	78,46	80,68	39,625	39,089	41,303
80	79,00	78,46	80,68	39,625	39,089	41,303
80	79,00	78,46	80,68	39,625	39,089	41,303
80	79,00	78,46	80,68	39,625	39,089	41,303
80	79,00	78,46	80,68	39,211	38,675	40,889
80	79,00	78,46	80,68	39,211	38,675	40,889
80	79,00	78,46	80,68	39,211	38,675	40,889
80	79,00	78,46	80,68	39,211	38,675	40,889
80	79,00	78,46	80,68	39,211	38,675	40,889
80	79,00	78,46	80,68	39,211	38,675	40,889
80	79,00	78,46	80,68	38,906	38,370	40,584
80	79,00	78,46	80,68	38,906	38,370	40,584
80	79,00	78,46	80,68	38,906	38,370	40,584
80	79,00	78,46	80,68	38,906	38,370	40,584
80	79,00	78,46	80,68	39,211	38,675	40,889
80	79,00	78,46	80,68	39,625	39,089	41,303
80	79,00	78,46	80,68	39,625	39,089	41,303
80	79,00	78,46	80,68	39,625	39,089	41,303
80	79,00	78,46	80,68	39,625	39,089	41,303
80	79,00	78,46	80,68	40,257	39,721	41,935
80	79,00	78,46	80,68	40,257	39,721	41,935
80	79,00	78,46	80,68	40,687	40,151	42,365
80	79,00	78,46	80,68	40,687	40,151	42,365
80	79,00	78,46	80,68	40,687	40,151	42,365
80	79,00	78,46	80,68	40,687	40,151	42,365
80	79,00	78,46	80,68	40,063	39,527	41,740
80	79,00	78,46	80,68	40,063	39,527	41,740
80	79,00	78,46	80,68	40,687	40,151	42,365
80	79,00	78,46	80,68	40,063	39,527	41,740

Ket: FK = Faktor Koreksi, MR = Metode Radiasi

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan, maka kesimpulan yang diperoleh adalah sebagai berikut:

1. Model desain irigasi yang digunakan adalah model sejajar dengan perletakan 3 (tiga) baris tanaman kemangi (B3), tanaman sawi hijau (B4), dan 2 (dua) baris alat irigasi tetes.
2. Perencanaan awal *emitter* melalui *trial error* katup dan jumlah tetesan sudah sesuai saat implementasi di lapang melalui proses kalibrasi dan penambahan nilai faktor koreksi. Perhitungan kebutuhan air tanaman menggunakan metode radiasi menghasilkan kisaran

nilai ETo = 38,937 - 40,094 liter. Setelah membandingkan dengan kebutuhan air tanaman rencana sebesar 30 liter, menunjukkan bahwa kebutuhan air tanaman belum terpenuhi. Oleh karena itu dilakukan ulang perhitungan ulang kebutuhan air tanaman yaitu dengan penambahan jumlah air per hari (menjadi 2 kali lipat dari ETo maksimal = 40,094 liter, sebesar 80 liter). Surplus kebutuhan air tanaman yang tersimpan di dalam tanah dan digunakan untuk tumbuh kembang tanaman dengan penjelasan sebagai berikut: (1) Untuk 60 tetes nilai ETo berkisar mulai 38,960 liter - 40,257; (2) Untuk 125 tetes nilai ETo berkisar 38.370 liter – 40.151; dan (3) Untuk 180 tetes nilai Eto berkisar mulai 40,889 liter - 42.365 liter.

5.2 Saran

Selama proses penelitian, adapun beberapa saran yang diperoleh yaitu:

1. Perlu dilakukan perhitungan kebutuhan air tanaman menggunakan sistem irigasi lain untuk dapat dibandingkan dengan sistem irigasi tetes.
2. Perlu adanya perhitungan kebutuhan air tanaman dengan metode lain selain metode radiasi kepada peneliti selanjutnya.
3. Perlu adanya perhitungan RAB
4. Perlu dilakukannya pembersihan *emitter* secara rutin untuk meminimalisir adanya penyumbatan yang dapat menghambat pengeluaran air dari *emitter*.
5. Perlu adanya penelitian lanjutan dengan menambahkan alat irigasi tetes dan penambahan kebutuhan air tanaman yang lebih besar.

DAFTAR REFERENSI

- Alpandi, M. A., & Hanova, Y. (2023). Pengembangan Sistem Irigasi Tetes Di Lahan Pertanian Tidak Beririgasi Muhammad. 2(1), 125–130.
- Ansari, Andrianto, Murtiningrum, & Rochdyanto, S. (2017). Analisis Kinerja Penggunaan Irigasi Tetes Otomatis Pada Proses Pembibitan Kelapa Sawit. Departemen Teknik Pertanian Dan Biosistem. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Bareja, B. (2010). *Intensify Urban farming, Grow Crops In The City*.
- Berkebun, I. (2015). *Urban farming Ala Indonesia Berkebun*. Agro Media.
- Chay Asdak. (1995). *Hidrologi Dan Pengolahan Daerah Aliran Sungai*. Gajah Mada University Press.
- Effendi Pasandaran. (1991). *Irigasi di Indonesia Strategi dan Pengembangan*. LP3ES.
- Fakhrhah, Unaida, R., Faradhillah, Usrati, K., & Wati, M. (2022). Analisis Efektivitas Penyaluran Air Melalui Penerapan Irigasi Tetes (Drip Irrigation) Pada Tanaman Cabai Di Lahan Kering. 19.
- FAO. (2009). *Buku Ajar Pertanian Perkotaan*.
- FAO Irrigation And Drainage Paper No 24. (1977). *Crop Water Requirements*.

- Franata, R., Oktafri, & Tusi, A. (2014). Rancang Bangun Sistem Irigasi Tetes Otomatis Berbasis Perubahan Kadar Air Tanah Dengan Menggunakan Mikrokontroler Arduino Nano. 4(1), 19–26.
- Hakim, N. M. Y., Nyakpa, A. M. Lubis, S. G., Nugroho, M. R. S., & Go Ban Hong, N. H. B. (1986). Dasar-Dasar Ilmu Tanah. Universitas Lampung.
- Hansen, V. E, W. I. O. and E. S. G. (1986). Dasar-Dasar dan Praktek Irigasi.
- Hansen, V. E, W. I. O. and E. S. G. (1992). Dasar-dasar dan Praktek Irigasi (T. Dan & Soetjipto (Eds.); 4th ed.). Erlangga.
- Irigasi bawah permukaan. (n.d.). <https://dpu.kulonprogokab.go.id/detil/320/jenisjenis-irigasi>
- Irigasi curah. (n.d.). <https://www.kajianpustaka.com/2018/11/pengertian-tujuan-dan-jenis-jenis-irigasi.html>
- Irigasi genangan. (n.d.). <https://www.geografi.org/2016/11/sistem-sistem-irigasidi-indonesia.html>
- Irigasi tetes/mikro. (n.d.). <https://www.kemilaudesa.com/blog/irrigation/>
- James, G. J., Wiley, J., & Sons, I. (1988). Principles of farm irrigation system design. John Wiley & Sons, Inc.,.
- Keller, J. dan R. D. B. (1990). Sprinkler and Trickle Irrigation.
- Lestari, S. P., & Mulyadi. (2019). Sistem Irigasi Tetes Elektronik Pada Budidaya Cabai Di Lahan Pesisir. 1, 2–5.
- Lokasi Penelitian. (n.d.). <https://maps.app.goo.gl/GHegTScNH9z225vx9> Makkink. (1957). Perhitungan Evapotranspirasi.
- Michael, A.M. (1978). Irrigation, Theory and Practices, Vikas Publishing House PVT.Ltd., New Delhi.
- Mougeot Luc JA (ed.). (2005). The social, political and environmental dimensions of urban agriculture. Earthscan/IDRC.
- Mustawa, M., Abdullah, S. H., & Putra, G. M. D. (2017). Analisis Efisiensi Irigasi Tetes Pada Berbagai Tekstur Tanah Untuk Tanaman Sawi (Brassica Juncea). 5(2), 408–421.
- Negara, I. D. G. J., Sulistiyono, H., Supriyadi, A., Putra, I. B. G., Yasa, I. W., & Sepriadi, M. R. (2022). Analisis Potensi Distribusi Air Irigasi Sistem Irigasi Tetes Bertingkat Untuk Usaha Tani Di Permukiman Perkotaan. 11, 140–146. <https://doi.org/10.22225/Pd.11.2.4755.140-146>
- Nurdianza. (2011). Pengujian Irigasi Tetes (Drip irrigation) Pada Tanaman Strawberry (Fragaria Vesca L).
- Pemanfaatan lahan tidur. (n.d.). <https://www.depoktren.com/2016/03/14/minimnya-lahan-pertanian-didropok-lahan-tidur-bisa-dimanfaatkan-warga/>
- Prastowo. (2002). Prosedur Rancangan Irigasi Tetes. Laboratorium Teknik Tanah Dan Air, Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Rakyat, K. P. U. D. P., Air, D. J. S. D., & Direktorat Bina Operasi Dan Pemeliharaan. (2019). Modul Pengenalan Sistem Irigasi (Vol. 46).
- Rakyat, K. P. U. D. P., Manusia, B. P. S. D., & Pusat Pendidikan Dan Pelatihan Sumber Daya Air Dan Konstruksi. (2017). Modul Pengetahuan Umum Irigasi Pelatihan Operasi dan Pemeliharaan Irigasi Tingkat Juru (Vol. 76).

- Sapei, A. (2003). Keseragaman dan Efisiensi Irigasi Sprinkler dan Drip. Lembaga Penelitian Institut Pertanian Bogor.
- Sasrodarsono dan Takeda. (1982). Sasrodarsono, S dan K. Takeda.,.
- Sasrodarsono, S. dan K. T. dalam, & Nurdianza (2011). (1982). Hidrologi dan Pengairan. Pengujian Irigasi Tetes (Drip Irrigation) Pada Tanaman Strawberry (*Fragaria Vesca* L).
- Setyaningrum, D. A., Tusi, A., & Triyono, S. (2014). Aplikasi Sistem Irigasi Tetes Pada Tanaman Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill) The Application Of Drip Irrigation System On Tomato (*Lycopersicum Esculentum* Mill). 3(2), 127–140.
- Sitawati, Nurlaelih, E. E., & Damaiyanti, D. R. R. (2019). *Urban farming* (A. Suryanto (Ed.)). UB Press.
- Sudjarwadi. (1990). Teori dan Praktek Irigasi.
- Sulistyowati, D., & Wasissa Titi Ilhami. (2018). Pertanian Perkotaan. Politeknik Pembangunan Pertanian.
- Sunaryanti, D. P., & Dwiwana, M. (2020). Jurnal Inovasi Penelitian. Teknik Budi Daya Tomat (*Solanum Lycopersium* L.) Hidroponik Dengan Sistem Irigasi Tetes Di Pt Hidroponik Agrofarm Bandung, 1(5).
- Tanaman dalam pot. (n.d.). <https://buruansae.bandung.go.id/index.php/tag/urbanfarming/>
- Tanaman di pekarangan. (n.d.). <https://www.gendukrizka.com/2021/08/sayuranyang-cocok-ditanam-dipekarangan-rumah.html>
- Tanaman merambat pada pagar. (n.d.). <https://gardening.id/tanaman-untuk-pagar/>
- Tanaman vertikultur pada dinding. (n.d.). <https://www.flamboyanasri.com/2020/12/50-gambar-vertical-garden-livingwall.html>
- Tandisau, Peter, & Herniwati. (2009). Prospek Pengembangan Pertanian Organik di Sulawesi Selatan. Prosiding Seminar Nasional Serealia.
- Witman, S. (2021). Penerapan Metode Irigasi Tetes Guna Mendukung Efisiensi Penggunaan Air di Lahan Kering. 12(1), 20–28.
- Wuryaningsih, S., & Darliah. (2008). Pengaruh Media Sekam Padi terhadap Pertumbuhan Tanaman Hias Pot *Spathiphyllum*. Buletin Penelitian Tanaman Hias.
- Yanto, H., Tusi, A., & Dr. Ir Sugeng Triyono, M. S. (2022). Aplikasi Sistem Irigasi Tetes Pada Tanaman Kembang Kol (*Brassica Oleracea* Var. *Botrytis* L. Subvar. *Cauliflora* Dc) Dalam Greenhouse. Teknik Pertanian Lampung, 19, 142–154.