

Memanfaatkan Setetes Air
Teknologi Irigasi
untuk
Produktivitas Tanaman



Dr. Sunik, S.T., M.T.
Benedictus Sonny Yoedono, S.Pd., M.T.
Redemptus Narda Ratman Manao, S.T.

MEMANFAATKAN SETETES AIR: TEKNOLOGI IRIGASI UNTUK PRODUKTIVITAS TANAMAN

Disusun oleh:

Dr. Sunik, S.T., M.T

Benedictus Sonny Yoedono, S.Pd., M.T.

Redemptus Narda Ratman Manao, S.T.



Memfaatkan Setetes Air: Teknologi Irigasi untuk Produktivitas Tanaman

Penulis:

Dr. Sunik, S.T., M.T
Benedictus Sonny Yoedono, S.Pd., M.T.
Redemptus Narda Ratman Manao, S.T.

ISBN : 978-623-88970-0-1

Editor:

Benedictus Sonny Yoedono, S.Pd., M.T

Penerbit :

Yayasan Drestanta Pelita Indonesia
Anggota IKAPI No. 276/Anggota Luar Biasa/JTE/2023

Redaksi:

Jl. Kebon Rojo Selatan 1 No. 16, Kebon Batur.
Mranggen, Demak
Tlpn. 081262770266
Fax . (024) 8317391
Email: isbn@yayasandpi.or.id

Hak Cipta dilindungi Undang Undang
Dilarang memperbanyak Karya Tulis ini dalam bentuk apapun.

KATA PENGANTAR

Kepada Para Pembaca yang Tercinta,

Salam sejahtera bagi kita semua. Dalam era ketidakpastian iklim dan keberlanjutan pangan, peran teknologi irigasi menjadi semakin penting dalam menjaga produktivitas dan keberlanjutan pertanian. Buku ini, berjudul "Memanfaatkan Setetes Air: Teknologi Irigasi untuk Produktivitas Tanaman", hadir untuk menjelajahi peranan teknologi irigasi dalam meningkatkan hasil pertanian dengan memanfaatkan sumber daya air secara efisien.

Dalam setiap tetes air terdapat potensi besar untuk mempengaruhi hasil panen dan kesejahteraan petani. Namun, seringkali teknologi irigasi yang tepat tidak diterapkan secara luas, menyebabkan pemborosan sumber daya alam dan penurunan produktivitas pertanian. Buku ini bertujuan untuk memperkenalkan pembaca dengan berbagai teknologi irigasi modern yang dapat membantu mengatasi tantangan tersebut.

Melalui uraian yang mendalam, buku ini akan membahas berbagai jenis teknologi irigasi mulai dari sistem tetes (drip irrigation), irigasi sprinkler, hingga penggunaan sensor dan teknologi otomatisasi dalam pengelolaan air. Kami juga akan mengeksplorasi studi kasus dan pengalaman praktis dari berbagai belahan dunia yang telah berhasil menerapkan teknologi irigasi untuk meningkatkan produktivitas tanaman dan mengurangi dampak lingkungan.

Kami berharap buku ini tidak hanya akan menjadi sumber informasi yang berharga bagi para petani, ahli pertanian, dan peneliti, tetapi juga akan menjadi inspirasi bagi semua pihak yang peduli terhadap ketahanan pangan dan

keberlanjutan lingkungan. Dengan memanfaatkan setetes air dengan bijak, kita dapat menciptakan masa depan pertanian yang lebih berkelanjutan dan produktif bagi generasi mendatang.

Akhirnya, kami ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah mendukung pembuatan buku ini, serta kepada pembaca yang telah memilih untuk bergabung dalam perjalanan ini untuk menggali potensi teknologi irigasi dalam memajukan pertanian global.

Semoga buku ini memberikan wawasan yang berharga dan menginspirasi langkah-langkah nyata dalam meningkatkan produktivitas tanaman melalui teknologi irigasi yang efisien.

Hormat kami,

Semarang, Februari 2024

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL.....	ix
BAB I URBAN FARMING	1
A. Urban Farming	1
B. Manfaat Urban Farming	3
C. Pola Urban Farming (Pertanian Perkotaan)	21
BAB II SISTEM IRIGASI	32
A. Definisi Sistem Irigasi	32
B. Jenis-Jenis Irigasi	34
C. Tipe Pemberian Air Irigasi	35
BAB III IRIGASI TETES	39
A. Definisi Irigasi Tetes	39
B. Komponen Irigasi Tetes	42
C. Evapotranspirasi	43
D. Debit Emitter	51
E. Keseragaman Irigasi	51
F. Efisiensi Penyebaran Irigasi Tetes	52
G. Menghitung Waktu Operasional	53
BAB IV MEMANFAATKAN SETETES AIR: TEKNOLOGI IRIGASI UNTUK PRODUKTIVITAS TANAMAN	54
A. Lokasi dan Waktu	54
B. Alat dan Bahan	54

C. Metode dan Pelaksanaa Penelitian	55
D. Model Bedengan Dan Layout Irigasi Tetes	58
E. Penyemaian Benih	60
F. Pengolahan Lahan Dan Pemindahan Bibit	63
G. Kalibrasi Dan Faktor Koreksi	66
H. Suhu, Kecepatan Angin, Dan Kelembapan Relatif	68
I. Kebutuhan Air Tanaman (Metode Radiasi)	69
J. Kebutuhan Air Tanaman (Perencanaan)	73
K. Model Bedengan Dan Layout Irigasi Tetes	74
L. Hasil Penyemaian	77
M. Hasil Pengolahan Lahan Dan Tunas Sayuran	77
N. Hasil Kalibrasi Dan Faktor Koreksi	78
O. Hasil Suhu, Kecepatan Angin, Dan Kelembapan Relatif	79
P. Hasil Perhitungan Kebutuhan Air Tanaman (Metode Radiasi)	80
Q. Hasil perhitungan kebutuhan air tanaman (Lapangan)	83
R. Kesimpulan	85
DAFTAR PUSTAKA	86

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Tanaman Dalam Pot	13
Gambar 2. Tanaman Di Pekarangan	15
Gambar 3. Tanaman Vertikultur Pada Dinding	17
Gambar 4. Tanaman Merambat Pada Pagar	18
Gambar 5. Pemanfaatan Lahan Tidur	20
Gambar 6. Irigasi Genangan	35
Gambar 7. Irigasi Tetes/Mikro	36
Gambar 8. Irigasi Curah	36
Gambar 9. Irigasi Bawah Permukaan	37
Gambar 10 Prediksi ETo dari W.Rs untuk beberapa kondisi RH rata-rata dan kecepatan angin hari siang (daytime wind)	47
Gambar 11. Lokasi Penelitian	54
Gambar 12. Alat dan Bahan	55
Gambar 13. Diagram Alir Rencana	58
Gambar 14. Model Bedengan	59
Gambar 15. Layout Bedengan	60
Gambar 16. Penutup Tray Yang Sudah Dibuka	61
Gambar 17. Tunas Dari Tray Yang Sudah Dipindahkan Ke Polybag	62
Gambar 18. Pemandahan Tunas Ke Bedengan	62
Gambar 19. Kondisi Kedua Bedengan Sebelum Dibersihkan	63
Gambar 20. Penggemburan Tanah	64
Gambar 21. Pencampuran Media Tanam	65
Gambar 22. Pengambilan Bibit Yang Ada Dalam Wadah Pot/Polibag	65
Gambar 23. Pemandahan Atau Penanaman Bibit Tanaman Pada Bedengan	66
Gambar 24. Kalibrasi Dan Faktor Koreksi	67
Gambar 25. Suhu, Kecepatan Angin Dan Kelembaban Relatif (Harian)	69
Gambar 26. Pengoperasian Alat Irigasi Tetes	74

Gambar 27. Kondisi Sayuran Yang Terkena Hama	75
Gambar 28. Penyulaman Ulang Sayuran Yang Rusak	75
Gambar 29. Virus Dan Kutu Tanaman Cabe	76
Gambar 30. Layout Irigasi Tetes Model Sejajar	76
Gambar 31. Hasil Penyemaian Benih Dan Pemandangan Ke Bedengan	77
Gambar 32. Pengolahan Lahan Yang Baik Dan Sayuran Yang Berkembang ...	78

DAFTAR TABEL

Tabel 1: Radiasi Ekstra Terrestrial (R_a) Dinyatakan Dalam Equivalen Evaporasi	48
Tabel 2:: Durasi Harian Rata-Rata Dari Maksimum Lama (Jam) Penyinaran Yang Mungkin (N) Untuk Bulan Dan Latitude Yang Berbeda	49
Tabel 3: Nilai Weighting Factor (W) Sebagai Efek Radiasi Pada E_{To} Pada Temperatur Dan Altitude Yang Berbeda	50
Tabel 4: Data Kalibrasi Alat Dan Faktor Koreks	68
Tabel 5: Radiasi Ekstra Terrestrial (R_a) Dinyatakan Dalam Equivalen Evaporasi	70
Tabel 6: Durasi Harian Rata-Rata Dari Maksimum Lama (Jam) Penyinaran Yang Mungkin (N) Untuk Bulan Dan Latitude Yang Berbeda	71
Tabel 7: Nilai Weighting Factor (W) Sebagai Efek Radiasi Pada E_{To} Pada Temperatur Dan Altitude Yang Berbeda	72
Tabel 8: Adjusment Factor (c) bulanan	72
Tabel 9: Rekapitulasi E_{To} Selama 37 Hari	81
Tabel 10: Perhitungan Faktor Koreksi Terhadap Nilai E_{To}	82
Tabel 11: Penggunaan 80 Liter Untuk Pemenuhan Kebutuhan Air Tanaman	84

BAB I

URBAN FARMING

A. Urban Farming

Urban farming, atau pertanian perkotaan, merupakan praktik pertanian yang dilakukan di dalam atau sekitar kawasan perkotaan. Ini melibatkan penggunaan lahan-lahan kecil yang tersedia di kota, seperti halaman belakang, teras, atap bangunan, atau lahan-lahan kosong yang tidak dimanfaatkan, untuk kegiatan pertanian. Urban farming tidak hanya terbatas pada pertanian tradisional, tetapi juga mencakup berbagai metode pertanian modern seperti hidroponik, aquaponik, vertikultur, dan atap hijau.

Tujuan dari urban farming adalah untuk menciptakan akses terhadap makanan lokal yang lebih segar dan berkualitas bagi penduduk perkotaan, mengurangi ketergantungan pada pasokan pangan dari luar kota atau negara, serta meningkatkan ketahanan pangan komunitas lokal. Selain itu, urban farming juga bertujuan untuk mengurangi dampak lingkungan dari transportasi dan penggunaan lahan yang berlebihan yang sering terjadi dalam sistem pertanian konvensional.

Urban farming dapat mencakup berbagai jenis tanaman dan hewan. Tanaman yang umum ditanam dalam urban farming meliputi sayuran, buah-buahan, rempah-rempah, dan tanaman hias. Selain itu, beberapa praktisi urban farming juga memelihara hewan seperti ayam, kambing kecil, atau lebah untuk produksi telur, susu, atau madu.

Praktik urban farming tidak hanya memberikan manfaat dalam hal penyediaan pangan lokal, tetapi juga memiliki dampak positif dalam hal lingkungan dan sosial. Ini termasuk pengurangan jejak karbon karena jarak transportasi yang lebih pendek untuk pasokan pangan, pengurangan limbah organik melalui kompos, dan penciptaan ruang terbuka hijau di dalam kota yang dapat meningkatkan kualitas udara dan mengurangi efek panas perkotaan. Selain itu, urban farming juga dapat memperkuat komunitas lokal, meningkatkan keterlibatan masyarakat, dan memberikan pendidikan tentang pentingnya pertanian dan

keberlanjutan.

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 dibaliknya. 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).

B. 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*
 - a. Kompos: Dalam urban farming, limbah organik seperti sisa-sisa makanan, daun kering, dan potongan tanaman dapat diubah menjadi kompos melalui proses dekomposisi alami. Kompos ini kemudian dapat digunakan kembali sebagai pupuk organik untuk

tanaman, mengurangi kebutuhan akan pupuk kimia yang berpotensi mencemari lingkungan.

- b. Sistem Aquaponik: Dalam sistem aquaponik, air yang mengandung kotoran ikan digunakan sebagai nutrisi untuk tanaman. Tanaman kemudian membersihkan air tersebut sebelum air tersebut kembali ke kolam ikan. Ini menciptakan lingkungan yang berkelanjutan di mana limbah ikan digunakan kembali untuk pertumbuhan tanaman, mengurangi limbah dan menciptakan sistem tertutup yang efisien.
- c. Pemanfaatan Limbah Organik: Urban farming dapat memanfaatkan limbah organik, seperti sisa-sisa makanan dari restoran atau pasar lokal, sebagai sumber pupuk atau bahan kompos. Dengan demikian, limbah yang sebelumnya dianggap sampah dapat diubah menjadi sumber daya yang berharga dalam kegiatan pertanian.
- d. Pengurangan Sampah Plastik: Dengan menghasilkan makanan lokal di dalam kota, urban farming membantu mengurangi kemasan dan pembungkusan yang biasanya terkait dengan transportasi dan penjualan makanan dari luar kota. Ini dapat mengurangi jumlah sampah plastik yang dihasilkan oleh konsumsi makanan di perkotaan.

Dengan memanfaatkan limbah secara efisien melalui praktik reuse dan recycle, urban farming membantu mengurangi dampak negatif lingkungan dari limbah organik dan non-organik, serta mendukung sistem pertanian yang lebih berkelanjutan dan ramah lingkungan.

2. Membantu menciptakan kota yang bersih dengan pelaksanaan 3 R (*reuse, reduce, recycle*) untuk pengelolaan sampah kota. Berikut adalah dua poin yang dapat dijelaskan:

- a. Pengelolaan Sampah dengan Prinsip *Reuse* dan *Recycle*:

Urban farming membantu dalam pengelolaan sampah dengan

memanfaatkan prinsip *Reuse* dan *Recycle*. Limbah organik seperti sisa-sisa sayuran, buah-buahan, dan bahan organik lainnya dapat didaur ulang melalui kompos. Kompos yang dihasilkan dari limbah organik ini kemudian dapat digunakan sebagai pupuk organik untuk tanaman dalam kegiatan urban farming itu sendiri. Dengan cara ini, limbah organik yang sebelumnya akan dibuang dan menjadi sumber polusi lingkungan dapat diubah menjadi sumber keberlanjutan dalam pertanian perkotaan.

- b. Menciptakan Kota yang Bersih melalui Implementasi 3R dalam Pengelolaan Sampah:

Pelaksanaan prinsip 3R (*Reuse, Reduce, Recycle*) dalam *urban farming* membantu menciptakan kota yang bersih dan berkelanjutan. Pertama, dengan memanfaatkan kembali (*Reuse*) lahan-lahan terlantar atau tidak terpakai di dalam kota untuk kegiatan pertanian, urban farming mengurangi jumlah lahan terbuang yang dapat menjadi tempat penimbunan sampah liar atau menjadi area terlantar. Kedua, dengan mempraktikkan pengurangan (*Reduce*) penggunaan bahan-bahan non-organik dan bahan-bahan berbahaya dalam pertanian, urban farming membantu mengurangi volume sampah yang dihasilkan oleh masyarakat perkotaan. Ketiga, dengan menerapkan daur ulang (*Recycle*) limbah organik melalui kompos, urban farming tidak hanya mengurangi jumlah sampah yang masuk ke tempat pembuangan akhir, tetapi juga menghasilkan pupuk organik yang bermanfaat bagi tanaman dan lingkungan.

Dengan demikian, urban farming bukan hanya merupakan solusi untuk penyediaan pangan lokal, tetapi juga berperan dalam menciptakan kota yang lebih bersih dan berkelanjutan melalui pengelolaan sampah dengan prinsip 3R.

3. Dapat menghasilkan O₂ dan meningkatkan kualitas lingkungan kota melalui beberapa cara :
 - a. Fotosintesis Tanaman: Tanaman yang ditanam dalam kegiatan urban farming melakukan proses fotosintesis, di mana mereka menggunakan karbon dioksida (CO₂) dari udara dan menghasilkan oksigen sebagai produk sampingan. Dengan demikian, semakin banyak tanaman yang tumbuh di dalam kota, semakin besar pula kontribusi mereka dalam meningkatkan produksi oksigen di lingkungan tersebut.
 - b. Penyerapan Polusi Udara: Tanaman juga memiliki kemampuan untuk menyerap polutan udara seperti karbon dioksida, nitrogen dioksida, dan partikel-partikel debu. Dengan adanya area pertanian perkotaan, terutama dengan tanaman yang berdaun lebat seperti pohon dan semak, polutan udara dapat diserap dan diolah oleh tanaman menjadi oksigen dan zat-zat lain yang lebih ramah lingkungan.
 - c. Penurunan Efek Panas Kota: Pertumbuhan tanaman juga dapat membantu menurunkan efek panas kota atau urban heat island effect. Tanaman memberikan naungan dan mengurangi pantulan sinar matahari dari permukaan yang keras seperti beton dan aspal. Hal ini membantu menjaga suhu udara tetap rendah di sekitar area urban farming, serta mengurangi kebutuhan akan pendingin udara buatan, yang pada gilirannya mengurangi emisi gas rumah kaca.
 - d. Peningkatan Kualitas Lingkungan: Urban farming juga dapat menyediakan habitat bagi berbagai jenis flora dan fauna, yang pada gilirannya dapat meningkatkan biodiversitas dan kualitas lingkungan kota secara keseluruhan. Tanaman dan hewan-hewan kecil yang hidup di dalamnya membantu menciptakan ekosistem yang seimbang dan berkontribusi pada keseimbangan ekologi

kota.

Dengan demikian, urban farming tidak hanya memberikan manfaat dalam penyediaan pangan lokal, tetapi juga berperan penting dalam meningkatkan kualitas lingkungan kota dengan menghasilkan oksigen dan mengurangi polusi udara serta efek panas kota.

4. Meningkatkan estetika kota.

Urban farming juga berperan dalam meningkatkan estetika kota melalui beberapa cara:

- a. Penambahan Hijauan: Urban farming menghadirkan lebih banyak elemen hijau ke dalam kota, baik dalam bentuk taman vertikal, tanaman hias di tepi jalan, atau kebun-kebun komunitas. Tanaman-tanaman ini menambahkan keindahan alami ke lingkungan perkotaan, mengubah pemandangan beton menjadi lebih berwarna dan menarik.
- b. Pemandangan yang Menyenangkan: Kehadiran tanaman-tanaman dan kebun-kebun urban farming menciptakan pemandangan yang menyenangkan bagi penduduk kota. Mereka memberikan kontras yang menyegarkan dari lingkungan perkotaan yang sering kali terasa monoton dan berlebihan dengan bangunan-bangunan beton.
- c. Taman-taman Komunitas yang Ramah: Urban farming sering kali dilakukan dalam bentuk taman-taman komunitas atau kebun-kebun kota yang terbuka untuk umum. Ini menciptakan ruang-ruang terbuka yang ramah dan bersosialisasi bagi warga kota untuk berkumpul, berinteraksi, dan bersantai, sambil menikmati keindahan alam.
- d. Kebun Kecil di Pemukiman Kota: Banyak individu dan keluarga yang mulai menanam kebun kecil di halaman belakang atau teras rumah mereka. Hal ini tidak hanya meningkatkan estetika rumah dan lingkungan sekitarnya, tetapi juga memberikan rasa

kebanggaan dan pencapaian pribadi bagi pemiliknya.

- e. Kreativitas Arsitektur dan Desain: Urban farming juga mendorong inovasi dalam arsitektur dan desain perkotaan. Bangunan-bangunan yang dirancang dengan konsep "hijau" sering kali mengintegrasikan elemen-elemen pertanian perkotaan seperti atap hijau atau dinding vertikal, yang tidak hanya memberikan nilai estetika yang tinggi, tetapi juga memberikan manfaat lingkungan.

Dengan demikian, *urban farming* tidak hanya memberikan manfaat dalam penyediaan pangan lokal dan peningkatan kualitas lingkungan, tetapi juga berperan penting dalam meningkatkan estetika kota dengan menambahkan hijauan dan keindahan alam ke dalam lingkungan perkotaan.

5. Mengurangi biaya dengan penghematan biaya transportasi dan pengemasan dan ini dapat dijelaskan sebagai berikut :
 - a. Biaya Transportasi yang Lebih Rendah: Dengan adanya urban farming di dalam kota, pasokan makanan lokal dapat diproduksi dan diperoleh tanpa harus melakukan perjalanan jauh dari pedesaan atau daerah lain. Ini mengurangi biaya transportasi yang biasanya diperlukan untuk mengirimkan produk-produk pertanian dari lokasi pertanian ke pasar-pasar perkotaan. Pengurangan biaya ini dapat memberikan efisiensi ekonomi bagi produsen, pengecer, dan konsumen, serta mengurangi jejak karbon dari transportasi.
 - b. Pengemasan yang Minimal: Urban farming sering kali memungkinkan konsumen untuk memperoleh produk-produk pertanian langsung dari sumbernya, seperti kebun komunitas, pasar petani, atau pengecer lokal. Dalam situasi ini, produk-produk tersebut tidak memerlukan pengemasan yang berlebihan seperti yang biasanya ditemui pada produk-produk yang diimpor

atau dikirim dari jarak jauh. Tanpa memerlukan kemasan yang rumit, urban farming dapat membantu mengurangi limbah plastik dan kardus yang dihasilkan dari pengemasan produk makanan.

- c. Pengurangan Penggunaan Bahan Bakar Fosil: Dengan mengurangi ketergantungan pada pasokan makanan dari luar kota atau negara, urban farming membantu mengurangi penggunaan bahan bakar fosil yang biasanya diperlukan untuk transportasi dan distribusi makanan. Ini termasuk penggunaan kendaraan bermotor untuk pengiriman, pesawat terbang untuk impor, dan kapal kargo untuk pengiriman laut. Dengan demikian, urban farming berkontribusi pada pengurangan biaya yang terkait dengan pembelian dan penggunaan bahan bakar fosil.

Dengan mengurangi biaya transportasi dan pengemasan, urban farming tidak hanya memberikan manfaat ekonomi bagi para produsen dan konsumen, tetapi juga berperan dalam mengurangi dampak lingkungan dari transportasi jarak jauh dan penggunaan kemasan berlebihan. Ini menciptakan sistem pangan yang lebih berkelanjutan secara ekonomi dan lingkungan.

6. Bahan pangan lebih segar pada saat sampai ke konsumen yang merupakan orang kota. Urban farming memastikan bahwa bahan pangan lebih segar saat sampai ke konsumen di kota karena alasan berikut:
 - a. Jarak Pendek antara Produsen dan Konsumen: Dengan urban farming, produksi makanan dilakukan di dalam atau dekat dengan kota tempat konsumen berada. Hal ini mengurangi jarak transportasi yang diperlukan untuk mengirimkan produk pertanian dari ladang ke meja makan konsumen. Dengan jarak yang lebih dekat ini, waktu tempuh dan waktu penyimpanan produk makanan dapat diminimalkan, sehingga bahan pangan tiba di tangan konsumen dalam kondisi yang lebih segar.

- b. Panen Langsung: Sebagian besar produk yang dihasilkan dari urban farming, seperti sayuran dan buah-buahan, dapat dipanen secara langsung oleh konsumen di kebun-kebun komunitas atau pasar petani. Ini memungkinkan konsumen untuk memilih sendiri produk-produk yang paling segar dan matang, yang kemudian dapat langsung dikonsumsi atau disimpan dengan baik untuk pemakaian mendatang.
- c. Pemanenan Secara Bertahap: Dalam urban farming, tanaman sering dipelihara dan dipanen secara bertahap. Ini berarti bahwa konsumen dapat mendapatkan produk-produk yang dipanen sesuai dengan kebutuhan mereka, tanpa harus menyimpan produk dalam jangka waktu yang lama sebelum dikonsumsi. Produk-produk yang dipanen secara bertahap cenderung memiliki kualitas yang lebih baik dan lebih segar daripada produk yang dipanen secara massal dan kemudian disimpan dalam gudang atau pusat distribusi untuk jangka waktu yang lama.

Dengan demikian, urban farming memastikan bahwa bahan pangan lebih segar saat sampai ke konsumen di kota karena jarak pendek antara produsen dan konsumen, serta proses pemanenan langsung dan bertahap yang memungkinkan produk-produk tersebut tetap segar dan berkualitas.

- 7. Menjadi penghasil tambahan penduduk kota. *Urban farming* dapat menjadi sumber penghasilan tambahan bagi penduduk kota melalui beberapa cara:
 - a. Penjualan Hasil Pertanian: Penduduk kota yang terlibat dalam urban farming dapat menjual hasil pertanian mereka kepada tetangga, pasar petani lokal, restoran, atau toko kelontong. Dengan memiliki lahan yang cukup, mereka dapat menanam berbagai macam tanaman seperti sayuran, buah-buahan, atau rempah-rempah, dan menjualnya untuk mendapatkan pendapatan

tambahan.

- b. Kegiatan Agrowisata: Urban farming juga dapat dijadikan sebagai atraksi wisata bagi penduduk kota yang ingin belajar lebih banyak tentang pertanian perkotaan atau ingin menghabiskan waktu di lingkungan yang hijau dan tenang. Penduduk kota yang memiliki kebun atau kebun komunitas dapat menawarkan tur atau workshop kepada pengunjung dengan membayar tiket masuk, sehingga mendapatkan penghasilan tambahan.
- c. Pelatihan dan Konsultasi: Mereka yang memiliki pengetahuan dan keterampilan dalam urban farming dapat menawarkan jasa pelatihan atau konsultasi kepada individu atau kelompok yang tertarik untuk memulai kegiatan pertanian perkotaan. Ini bisa mencakup pelatihan tentang cara menanam dan merawat tanaman, pembuatan kompos, atau desain kebun vertikal. Penduduk kota yang menawarkan layanan ini dapat memperoleh pendapatan tambahan dari biaya pelatihan atau konsultasi yang mereka kenakan.
- d. Penyewaan Lahan atau Ruang: Bagi penduduk kota yang memiliki lahan yang cukup, mereka dapat menyewakan bagian dari lahan mereka kepada individu atau kelompok yang tertarik untuk memulai kegiatan urban farming tetapi tidak memiliki tempat untuk melakukannya. Dengan cara ini, mereka dapat memperoleh penghasilan tambahan dari penyewaan lahan atau ruang yang mereka miliki.

Dengan demikian, urban farming tidak hanya memberikan manfaat dalam penyediaan pangan lokal dan meningkatkan kualitas lingkungan, tetapi juga dapat menjadi sumber penghasilan tambahan bagi penduduk kota melalui penjualan hasil pertanian, kegiatan agrowisata, pelatihan dan konsultasi, serta penyewaan lahan atau ruang.

8. 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 1. Tanaman Dalam Pot
(Sumber: Tanaman dalam pot, n.d.)

Tipe A dari kegiatan urban farming adalah ketika tanaman ditanam menggunakan pot, *polybag*, atau wadah daur ulang. Dalam jenis urban farming ini, tanaman biasanya ditanam di dalam wadah-wadah yang bisa berupa pot plastik atau tanah, *polybag*, ember bekas, botol plastik bekas, atau wadah daur ulang lainnya.

Kegiatan urban farming tipe A ini sering dilakukan di balkon apartemen, halaman rumah, atap gedung, atau ruang terbatas lainnya di dalam kota di mana lahan pertanian terbatas atau tidak tersedia. Dengan menggunakan wadah-wadah ini, penduduk perkotaan dapat menanam berbagai jenis tanaman seperti sayuran, buah-buahan, atau tanaman hias, tanpa memerlukan lahan yang luas.

Keuntungan dari kegiatan urban farming tipe A ini antara lain:

- a. **Fleksibilitas:** Memungkinkan orang untuk menanam tanaman di berbagai tempat yang terbatas, seperti apartemen atau rumah dengan ruang terbatas.
- b. **Mobilitas:** Memungkinkan pemilik untuk memindahkan tanaman dengan mudah sesuai kebutuhan, misalnya jika mereka pindah rumah atau ingin mengatur ulang tata letak tanaman.

- c. Pemanfaatan Ruang Terbuang: Mengubah ruang kosong atau tidak terpakai menjadi area pertanian yang produktif.
- d. Pengendalian Lingkungan: Memungkinkan pengendalian lebih baik terhadap lingkungan tumbuh tanaman, seperti penyiraman yang lebih mudah dan perlindungan dari hama.

Dengan demikian, urban farming tipe A merupakan metode yang populer dan efektif bagi penduduk kota untuk menghasilkan tanaman di lingkungan yang terbatas.

2. Tipe B: rumah dengan tanaman produktif di halaman (satu rumah satu pohon).

Tipe B dari kegiatan urban farming adalah ketika rumah memiliki tanaman produktif di halamannya, dengan prinsip "satu rumah satu pohon". Dalam jenis urban farming ini, setiap rumah memiliki setidaknya satu pohon atau tanaman produktif yang menghasilkan buah-buahan, sayuran, atau rempah-rempah di halaman belakang atau halaman depan rumah mereka.

Kegiatan urban farming tipe B ini dapat mencakup penanaman pohon buah seperti mangga, jambu, atau jeruk, serta penanaman tanaman produktif lainnya seperti tanaman sayuran, herba, atau rempah-rempah. Setiap rumah memiliki tanggung jawab untuk merawat dan mengelola tanaman mereka sendiri, dan mereka dapat menikmati hasil panen yang dihasilkan untuk konsumsi sendiri atau untuk dibagikan kepada tetangga.

Beberapa manfaat dari kegiatan urban farming tipe B ini antara lain:

- a. Peningkatan Ketersediaan Pangan Lokal: Tanaman produktif di halaman rumah meningkatkan ketersediaan pangan lokal di lingkungan sekitar, karena buah-buahan, sayuran, atau rempah-rempah tersebut dapat dikonsumsi oleh penduduk setempat tanpa harus melakukan perjalanan jauh untuk membeli.
- b. Peningkatan Kualitas Lingkungan: Tanaman produktif di halaman rumah juga berkontribusi pada peningkatan kualitas

lingkungan, karena mereka menyediakan penyerapan karbon dioksida (CO₂), penyediaan oksigen, dan perlindungan habitat untuk berbagai jenis flora dan fauna.

- c. Penghematan Biaya: Penduduk yang memiliki tanaman produktif di halaman mereka dapat menghemat biaya yang akan dikeluarkan untuk membeli buah-buahan, sayuran, atau rempah-rempah di pasar, karena mereka dapat memanen sendiri dari tanaman mereka sendiri.
- d. Kesadaran Lingkungan: Kegiatan urban farming tipe B ini juga dapat meningkatkan kesadaran lingkungan di kalangan penduduk, karena mereka terlibat langsung dalam merawat dan mengelola tanaman produktif di halaman rumah mereka.

Dengan demikian, urban farming tipe B merupakan cara yang efektif untuk meningkatkan ketersediaan pangan lokal, meningkatkan kualitas lingkungan, menghemat biaya, dan meningkatkan kesadaran lingkungan di lingkungan perkotaan.

3. Tipe C: pekarangan ditanami dengan tanaman sayur dan tanaman hias



Gambar 2. Tanaman Di Pekarangan

(Sumber: Tanaman Di Pekarangan, n.d.)

Tipe C dari kegiatan urban farming adalah ketika pekarangan rumah atau lahan di sekitar bangunan ditanami dengan tanaman sayur dan tanaman hias. Dalam jenis urban farming ini, penduduk menggunakan pekarangan rumah mereka untuk menanam berbagai jenis tanaman sayuran yang dapat dikonsumsi dan tanaman hias yang menambah estetika lingkungan.

Kegiatan urban farming tipe C ini menggabungkan aspek estetika dengan manfaat praktis dari produksi makanan lokal. Tanaman sayuran yang ditanam dapat mencakup berbagai jenis seperti tomat, selada, wortel, paprika, dan banyak lagi, sementara tanaman hias dapat berupa bunga-bunga yang indah atau tanaman penghijauan untuk meningkatkan keindahan lingkungan.

Beberapa manfaat dari kegiatan urban farming tipe C ini termasuk:

- a. **Penyediaan Pangan Lokal:** Tanaman sayur yang ditanam di pekarangan rumah dapat memberikan sumber pangan segar dan sehat bagi penduduk setempat tanpa harus mengandalkan pasokan dari luar kota.
- b. **Estetika Lingkungan:** Tanaman hias yang ditanam meningkatkan keindahan lingkungan dan menciptakan suasana yang menyenangkan di sekitar rumah atau bangunan. Ini dapat meningkatkan kualitas hidup dan kepuasan visual bagi penduduk setempat.
- c. **Penghematan Biaya:** Dengan menanam sendiri tanaman sayur, penduduk dapat menghemat biaya yang biasanya dikeluarkan untuk membeli produk-produk yang serupa di pasar. Selain itu, tanaman hias juga dapat mengurangi biaya untuk dekorasi dan perawatan tanaman di dalam rumah.
- d. **Pendidikan dan Keterampilan:** Kegiatan urban farming tipe C ini dapat menjadi kesempatan bagi penduduk untuk belajar tentang proses bercocok tanam, perawatan tanaman, dan keberlanjutan lingkungan. Hal ini dapat meningkatkan kesadaran akan pentingnya pertanian perkotaan dan keterlibatan dalam menjaga lingkungan.

Dengan demikian, urban farming tipe C merupakan cara yang efektif untuk menggabungkan estetika lingkungan dengan produksi pangan lokal, sehingga meningkatkan kualitas hidup, mengurangi biaya, dan

meningkatkan kesadaran lingkungan di lingkungan perkotaan.

4. Tipe D: tanaman pada dinding (vertikultur)



Gambar 3. Tanaman Vertikultur Pada Dinding
(Sumber: Tanaman Vertikultur Pada Dinding, n.d.)

Tipe D dari kegiatan urban farming adalah ketika tanaman ditanam pada dinding atau struktur vertikal, yang dikenal sebagai vertikultur. Dalam jenis urban farming ini, tanaman ditanam secara vertikal dengan menggunakan struktur khusus yang menopang tanaman dan memungkinkan mereka tumbuh ke atas, bukan hanya ke samping.

Kegiatan urban farming tipe D ini menawarkan beberapa manfaat yang unik:

- a. Penghematan Ruang: Vertikultur memungkinkan penggunaan ruang yang efisien, terutama di lingkungan perkotaan yang memiliki keterbatasan lahan. Dinding atau struktur vertikal yang biasanya tidak dimanfaatkan dapat diubah menjadi tempat yang produktif untuk menanam tanaman.
- b. Estetika Visual: Tanaman yang tumbuh secara vertikal memberikan sentuhan estetika yang menarik dan menghijau pada bangunan atau ruang terbuka. Mereka menciptakan pemandangan yang indah dan menyegarkan, serta memberikan nuansa alami di lingkungan perkotaan yang sering kali didominasi oleh beton dan bangunan.
- c. Penyediaan Pangan: Vertikultur dapat digunakan untuk menanam

berbagai jenis tanaman, termasuk sayuran, buah-buahan, dan herba. Ini menyediakan sumber pangan lokal yang segar dan sehat bagi penduduk perkotaan, tanpa harus memiliki lahan yang luas.

- d. Isolasi Termal: Tanaman yang tumbuh di dinding vertikal dapat memberikan isolasi termal pada bangunan, membantu mengurangi panas yang diserap oleh bangunan dan meningkatkan efisiensi energi.
- e. Penyaringan Udara: Tanaman pada dinding vertikal juga dapat berperan sebagai penyaring udara alami, menyerap polutan dan gas berbahaya dari udara dan memurnikannya.
- f. Edukasi dan Inspirasi: Vertikultur dapat menjadi sumber inspirasi dan edukasi bagi penduduk perkotaan tentang keberlanjutan dan pentingnya pertanian perkotaan. Ini dapat memicu minat dan partisipasi dalam kegiatan bertani di lingkungan perkotaan.

Dengan demikian, urban farming tipe D menggunakan vertikultur sebagai cara yang inovatif untuk menghasilkan pangan lokal, meningkatkan estetika lingkungan, menghemat ruang, dan memberikan manfaat ekologis tambahan di lingkungan perkotaan.

5. Tipe E: tanaman merambat pada pagar



Gambar 4. Tanaman Merambat Pada Pagar
(Sumber: Tanaman Merambat Pada Pagar, n.d.)

Tipe E dari kegiatan urban farming adalah ketika tanaman merambat

ditanam pada pagar. Dalam jenis urban farming ini, pagar atau struktur vertikal lainnya digunakan sebagai dukungan untuk tanaman merambat seperti kacang panjang, labu, anggur, atau tanaman lain yang memiliki kecenderungan untuk memanjat.

Beberapa manfaat dari kegiatan urban farming tipe E ini termasuk:

- a. Penggunaan Ruang yang Efisien: Pagar yang biasanya hanya digunakan sebagai pembatas properti dapat dimanfaatkan sebagai area pertanian tambahan. Hal ini membantu memaksimalkan penggunaan ruang dalam lingkungan perkotaan yang sering kali memiliki keterbatasan lahan.
- b. Penyediaan Pangan Tambahan: Tanaman merambat yang ditanam pada pagar dapat memberikan sumber pangan tambahan bagi penduduk perkotaan. Buah, sayur, atau kacang yang dihasilkan dapat digunakan untuk konsumsi sendiri atau bahkan dijual untuk mendapatkan penghasilan tambahan.
- c. Peningkatan Estetika Lingkungan: Tanaman merambat memberikan sentuhan hijau yang menarik pada pagar, meningkatkan estetika lingkungan. Ini menciptakan tampilan yang indah dan alami di sekitar lingkungan perkotaan.
- d. Perlindungan Lingkungan: Tanaman merambat dapat berperan sebagai penyaring udara alami, menyerap polutan dan gas berbahaya dari udara dan memurnikannya. Selain itu, tanaman tersebut juga dapat memberikan perlindungan bagi satwa liar dengan menyediakan tempat bertengger atau tempat berlindung.
- e. Pemanfaatan Struktur yang Ada: Urban farming tipe E memanfaatkan struktur yang sudah ada, seperti pagar, tanpa memerlukan pembangunan struktur tambahan. Hal ini mengurangi biaya dan usaha yang terlibat dalam memulai kegiatan pertanian perkotaan.

Dengan demikian, urban farming tipe E dengan menanam tanaman

merambat pada pagar merupakan cara yang efektif untuk memanfaatkan ruang yang tersedia secara maksimal, meningkatkan ketersediaan pangan lokal, meningkatkan estetika lingkungan, dan memberikan manfaat ekologis tambahan di lingkungan perkotaan.

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



Gambar 5. Pemanfaatan Lahan Tidur
(Sumber: Pemanfaatan Lahan Tidur, n.d.)

Tipe F dari kegiatan urban farming adalah ketika lahan tidur, atau lahan yang tidak digunakan selama lebih dari dua tahun, dimanfaatkan untuk pertanian perkotaan. Dalam jenis urban farming ini, lahan yang tidak produktif tersebut diubah menjadi area pertanian yang digunakan untuk menanam berbagai jenis tanaman.

Beberapa manfaat dari kegiatan urban farming tipe F ini termasuk:

- a. Pemanfaatan Lahan yang Tidak Produktif: Lahan tidur yang tidak dimanfaatkan selama lebih dari dua tahun dapat diubah menjadi lahan yang produktif untuk pertanian perkotaan. Hal ini membantu memaksimalkan potensi lahan di lingkungan perkotaan dan mengurangi pemborosan sumber daya alam.
- b. Peningkatan Ketersediaan Pangan: Dengan memanfaatkan lahan tidur untuk pertanian, kita dapat meningkatkan ketersediaan pangan lokal di lingkungan perkotaan. Tanaman yang ditanam bisa berupa berbagai jenis sayuran, buah-buahan, atau rempah-

rempah yang dapat dikonsumsi oleh penduduk setempat.

- c. **Peningkatan Kualitas Lingkungan:** Menanam tanaman di lahan tidur dapat membantu meningkatkan kualitas lingkungan di sekitar area tersebut. Tanaman akan menyerap karbon dioksida (CO₂) dari udara dan menghasilkan oksigen, serta menyediakan habitat bagi berbagai jenis flora dan fauna.
- d. **Pendidikan dan Kesadaran Lingkungan:** Proses mengubah lahan tidur menjadi area pertanian bisa menjadi kesempatan untuk memberikan pendidikan dan meningkatkan kesadaran lingkungan di kalangan penduduk perkotaan. Ini dapat melibatkan pelatihan tentang teknik bercocok tanam yang berkelanjutan, manfaat lingkungan dari pertanian perkotaan, dan praktik-praktik yang ramah lingkungan.
- e. **Pengurangan Risiko Bencana Alam:** Lahan tidur yang dibiarkan terbengkalai cenderung rentan terhadap erosi tanah dan kebakaran. Dengan mengubahnya menjadi area pertanian, kita dapat mengurangi risiko erosi dan kebakaran, serta meningkatkan ketahanan lingkungan di lingkungan perkotaan.

Dengan demikian, urban farming tipe F dengan memanfaatkan lahan tidur adalah cara yang efektif untuk mengoptimalkan pemanfaatan lahan yang tidak produktif, meningkatkan ketersediaan pangan lokal, meningkatkan kualitas lingkungan, dan meningkatkan kesadaran lingkungan di lingkungan perkotaan.

C. 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 (Sulistiyowati & 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.

Beberapa manfaat dari vertikultur adalah:

- 1) **Optimasi Ruang:** Vertikultur memungkinkan penanaman tanaman dalam ruang vertikal, sehingga dapat memaksimalkan penggunaan lahan yang terbatas seperti halaman belakang atau teras.
- 2) **Penyediaan Pangan Lokal:** Tanaman yang ditanam dengan vertikultur dapat memberikan sumber pangan lokal yang segar dan sehat bagi rumah tangga perkotaan.
- 3) **Estetika Lingkungan:** Tanaman yang ditanam secara vertikal memberikan sentuhan estetika yang menarik pada dinding atau struktur vertikal, menciptakan taman vertikal yang indah di lingkungan perkotaan.
- 4) **Konservasi Air:** Metode vertikultur memungkinkan penggunaan air yang lebih efisien, karena air dapat disalurkan langsung ke akar tanaman tanpa terbuang sia-sia.
- 5) **Pendidikan dan Kesadaran Lingkungan:** Vertikultur dapat menjadi sumber inspirasi dan edukasi bagi penduduk perkotaan tentang pentingnya pertanian perkotaan dan keberlanjutan lingkungan.

- 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. Polibag merupakan plastik hitam dengan lubang-lubang sebagai sirkulasi tanaman. Polibag ini digunakan untuk menjadi wadah pengganti pot dalam menanam tanaman. Berikut adalah beberapa keuntungan bercocok tanam dengan *polybag*:

- 1) Mudah Budidayakan: Tanaman yang ditanam di *polybag* umumnya lebih mudah untuk dikelola karena lebih

terkendali, terutama dalam hal penyiraman dan pemupukan. Ini membuatnya cocok untuk pemula dalam bercocok tanam.

- 2) Tidak Mengetahui Musim: Tanaman yang ditanam di *polybag* cenderung lebih fleksibel terhadap perubahan musim. Mereka dapat tumbuh sepanjang tahun, terlepas dari cuaca atau iklim, karena dapat dipindahkan ke tempat yang lebih hangat atau diberikan perlindungan tambahan saat cuaca dingin.
- 3) Cepat Menghasilkan: *Polybag* memungkinkan tanaman untuk memiliki akses yang lebih baik terhadap air, nutrisi, dan udara, sehingga memungkinkan pertumbuhan yang lebih cepat. Ini dapat menghasilkan panen yang lebih cepat dibandingkan dengan metode tanam lainnya.
- 4) Pemanenan Fleksibel: Tanaman dalam *polybag* dapat dipanen kapan saja tanpa harus menunggu musim tertentu. Ini memberikan fleksibilitas yang lebih besar dalam mengatur jadwal panen sesuai kebutuhan.
- 5) Kontrol Lingkungan: Dengan *polybag*, Anda memiliki kendali lebih besar terhadap lingkungan tumbuh tanaman. Anda dapat dengan mudah memindahkan *polybag* ke lokasi yang lebih baik terkena sinar matahari atau memberikan perlindungan tambahan jika dibutuhkan.
- 6) Menghemat Ruang: *Polybag* memungkinkan penanaman dalam ruang yang terbatas, sehingga cocok untuk lingkungan perkotaan atau tempat-tempat dengan lahan yang terbatas.
- 7) Biaya yang Terjangkau: *Polybag* umumnya lebih terjangkau daripada pot atau wadah tanam lainnya, sehingga cocok bagi mereka yang memiliki anggaran

terbatas namun ingin bercocok tanam.

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. Berikut adalah beberapa poin penting terkait *rooftop* gardening:

- 1) Optimasi Ruang: *Rooftop* gardening memungkinkan penggunaan ruang yang sebelumnya tidak dimanfaatkan, yaitu atap gedung. Ini membantu memaksimalkan potensi ruang dan meningkatkan hijauan di lingkungan perkotaan.
- 2) Penyediaan Pangan Lokal: *Rooftop* gardening dapat menjadi sumber pangan lokal yang segar dan sehat bagi penduduk perkotaan. Tanaman yang ditanam dapat mencakup berbagai jenis sayuran, buah-buahan, atau herba, tergantung pada kondisi lingkungan dan preferensi pemilik.
- 3) Peningkatan Kualitas Lingkungan: Tanaman yang tumbuh di *rooftop* gardening dapat membantu meningkatkan kualitas udara, menyerap karbon dioksida (CO₂), dan menyediakan habitat bagi serangga dan burung. Hal ini berkontribusi pada penciptaan lingkungan yang lebih sehat dan berkelanjutan.
- 4) Pengurangan Efek Pemanasan: *Rooftop* gardening dapat membantu mengurangi efek pemanasan kota dengan menyerap panas dari sinar matahari, sehingga mengurangi suhu permukaan atap gedung dan mendinginkan lingkungan sekitarnya.
- 5) Estetika Lingkungan: *Rooftop* gardening menciptakan pemandangan yang menarik dan menyegarkan di atas atap gedung, meningkatkan estetika lingkungan dan memberikan nilai tambah bagi gedung tersebut.

- 6) Isolasi Termal: Tanaman yang tumbuh di *rooftop* gardening juga dapat memberikan isolasi termal pada bangunan, membantu mengurangi konsumsi energi untuk pendinginan atau pemanasan gedung.
- 7) Edukasi dan Kesadaran Lingkungan: *Rooftop* gardening dapat menjadi sumber inspirasi dan edukasi bagi masyarakat tentang pentingnya pertanian perkotaan, keberlanjutan lingkungan, dan pentingnya penghijauan dalam perkotaan.

2. Subsistem peternakan

Subsistem peternakan merupakan segala kegiatan yang berhubungan dengan cara memproduksi ternak di wilayah perkotaan. Sebagai contoh, DKI Jakarta, sebagai salah satu wilayah metropolitan yang padat penduduknya, memiliki karakteristik dan tantangan tersendiri dalam pengembangan subsistem peternakan. Beberapa aspek yang mungkin menjadi fokus dalam pengembangan subsistem peternakan di DKI Jakarta meliputi:

- a. Pemeliharaan Ternak dalam Ruang Terbatas: Dengan lahan yang terbatas di wilayah perkotaan, pemeliharaan ternak sering kali dilakukan dalam ruang yang terbatas seperti kandang atau peternakan vertikal. Hal ini membutuhkan teknik pemeliharaan yang efisien dan inovatif untuk memaksimalkan penggunaan ruang.
- b. Kesehatan dan Kesejahteraan Ternak: Pengelolaan kesehatan ternak menjadi sangat penting dalam lingkungan perkotaan untuk mencegah penyebaran penyakit dan menjaga kesejahteraan ternak. Ini mencakup pemantauan kesehatan, vaksinasi, sanitasi kandang, dan praktik manajemen yang baik.
- c. Manajemen Limbah Ternak: Pengelolaan limbah ternak menjadi perhatian penting di lingkungan perkotaan untuk mencegah

pencemaran lingkungan. Ini meliputi pengumpulan, pengolahan, dan pembuangan limbah ternak dengan cara yang ramah lingkungan.

- d. Pengembangan Pasar dan Pemasaran: Pengembangan pasar lokal dan saluran pemasaran menjadi penting untuk mendukung keberlanjutan usaha peternakan di lingkungan perkotaan. Ini mencakup pembentukan kemitraan dengan pemilik restoran, toko, pasar, dan komunitas lokal untuk memasarkan produk ternak.
- e. Edukasi dan Pelatihan: Edukasi dan pelatihan kepada peternak lokal sangat penting untuk meningkatkan pengetahuan dan keterampilan dalam manajemen ternak, kesehatan ternak, dan praktik pertanian yang berkelanjutan.

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 yang aplikatif di masyarakat 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*

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.

Metode pengomposan dengan sistem tumpukan memang merupakan cara yang relatif mudah dan murah untuk menghasilkan kompos dari bahan organik. Fitur dimensi yang direkomendasikan untuk tumpukan kompos adalah minimal 1,5 meter x 1 meter, dengan panjang tumpukan yang dapat disesuaikan tergantung pada jumlah bahan organik yang tersedia. Berikut adalah beberapa poin penting terkait metode pengomposan dengan sistem tumpukan:

- 1) Pemilihan Lokasi yang Tepat: Pilihlah lokasi yang terbuka dan terkena sinar matahari untuk menempatkan tumpukan kompos. Hal ini akan membantu proses dekomposisi bahan organik menjadi kompos yang lebih cepat.
- 2) Persiapan Bahan Organik: Siapkan berbagai jenis bahan organik seperti daun kering, rumput, sisa-sisa dapur, dan potongan-potongan kayu kecil. Pastikan bahan organik tersebut sudah

dicacah atau dipecah menjadi ukuran yang lebih kecil agar mempercepat proses dekomposisi.

- 3) *Layering* (Penyusunan Lapisan): Susunlah bahan organik secara bergantian dalam tumpukan. Mulailah dengan lapisan bahan organik yang lebih kasar di bagian bawah, seperti potongan kayu kecil atau ranting, diikuti dengan lapisan bahan organik yang lebih halus seperti daun kering dan rumput.
- 4) Pemberian Udara dan Air: Pastikan tumpukan kompos memiliki akses yang cukup terhadap udara dengan membiarkan udara masuk ke dalam tumpukan melalui lubang-lubang udara di sisi tumpukan atau dengan membalik-balik tumpukan secara teratur. Selain itu, pastikan tumpukan kompos tetap lembab dengan menyiraminya secara teratur.
- 5) Pengomposan Aktif: Agar proses pengomposan berjalan dengan baik, perlu dilakukan pemutaran atau pembalikan tumpukan kompos secara berkala, biasanya setiap beberapa minggu sekali. Hal ini membantu memastikan bahwa semua bagian tumpukan terurai dengan merata dan mempercepat proses pembentukan kompos.
- 6) Pemantauan Proses: Perhatikan kondisi tumpukan kompos secara teratur. Pastikan suhu tumpukan tetap dalam rentang yang optimal untuk aktivitas mikroorganisme pengurai, yaitu sekitar 55-65 derajat Celsius. Jika suhu terlalu tinggi, tambahkan lebih banyak bahan berair atau putar tumpukan untuk mempercepat pendinginan. Jika suhu terlalu rendah, tambahkan lebih banyak bahan organik yang mudah terurai dan putar tumpukan untuk meningkatkan aktivitas dekomposisi.

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. Berikut adalah langkah-langkah umum dalam produksi pupuk menggunakan sistem MOL:

- 1) **Pemisahan Bahan Organik:** Pisahkan limbah dapur menjadi bagian yang berbeda, terutama memisahkan bahan yang mengandung lemak seperti daging, ikan, atau minyak. Bahan organik lainnya seperti sisa-sisa sayuran, kulit buah, dan daun dapat digunakan sebagai bahan baku untuk pembuatan pupuk.
- 2) **Pembuatan Starter MOL:** Ambil sebagian kecil dari limbah dapur yang telah dipisahkan dan campur dengan air bersih dalam wadah tertutup. Biarkan campuran ini difermentasi selama beberapa hari hingga terbentuk koloni mikroorganisme yang kaya. Koloni ini akan menjadi starter untuk proses pengomposan.
- 3) **Pembuatan Kompos:** Campurkan limbah dapur yang telah dipisahkan dengan starter MOL dan tambahkan bahan tambahan seperti serbuk gergaji atau daun kering untuk meningkatkan sirkulasi udara dan mencegah kelembaban berlebih. Pastikan untuk membalik dan memutar tumpukan secara berkala untuk memastikan dekomposisi yang merata.
- 4) **Pemantauan dan Perawatan:** Pantau suhu dan kelembaban tumpukan kompos secara teratur. Pastikan tumpukan tetap lembab tetapi tidak terlalu basah, dan pastikan suhu tetap dalam rentang yang optimal untuk aktivitas mikroorganisme pengurai. Lakukan pembalikan tumpukan secara berkala untuk memastikan dekomposisi yang merata.
- 5) **Pemanenan Pupuk:** Setelah beberapa minggu atau bulan tergantung pada ukuran dan komposisi tumpukan, pupuk dapat dihasilkan ketika bahan organik telah terurai sepenuhnya. Pupuk dapat digunakan untuk memperkaya tanah di kebun, taman, atau pot tanaman.

Keuntungan dari menggunakan sistem MOL dalam produksi pupuk adalah:

- 1) Mengurangi limbah dapur yang masuk ke tempat pembuangan akhir, sehingga mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan
- 2) Menghasilkan pupuk organik yang kaya akan nutrisi dan mikroba tanah yang bermanfaat bagi pertumbuhan tanaman.
- 3) Memanfaatkan sumber daya lokal dan mengurangi ketergantungan pada pupuk kimia yang berbahaya.

Dengan demikian, sistem MOL merupakan alternatif yang ramah lingkungan dan berkelanjutan dalam memproduksi pupuk dari limbah dapur, yang dapat dilakukan di tingkat rumah tangga maupun komunitas.

BAB II

SISTEM IRIGASI

A. Definisi 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.

Hal ini penting karena sumber daya air merupakan aset yang berharga dan perlu dikelola dengan baik untuk memenuhi kebutuhan pertanian serta kegiatan lainnya. Dengan menerapkan sistem irigasi yang tepat, air dapat dialirkan dan didistribusikan dengan efisien ke area yang membutuhkan, sehingga mengoptimalkan pertumbuhan tanaman dan hasil panen. Ini juga membantu dalam menghindari pemborosan air dan mengurangi risiko kekeringan atau kekurangan air yang dapat mengganggu produksi pertanian.

2. Air yang tersedia dibagi secara adil dan merata.

Hal ini penting untuk memastikan bahwa setiap bagian dari lahan

pertanian mendapatkan pasokan air yang cukup untuk mendukung pertumbuhan tanaman secara optimal. Pembagian air yang merata membantu dalam menghindari ketimpangan akses air antara petani, serta mengurangi konflik yang mungkin timbul terkait dengan penggunaan air. Dengan demikian, irigasi yang merata membantu menciptakan lingkungan yang lebih adil dan berkelanjutan dalam pengelolaan sumber daya air.

3. Air yang diberikan ke petak-petak tersier secara tepat cara, waktu dan jumlah, sesuai dengan kebutuhan pertumbuhan tanaman.

Hal ini penting untuk memastikan bahwa tanaman menerima pasokan air yang cukup untuk pertumbuhan dan perkembangannya, tanpa terlalu banyak atau terlalu sedikit air. Dengan menggunakan metode irigasi yang tepat, seperti irigasi tetes atau irigasi berbasis teknologi, air dapat diberikan secara presisi sesuai dengan kebutuhan tanaman dan kondisi lingkungan. Ini membantu dalam mengoptimalkan penggunaan air, mengurangi pemborosan, dan meningkatkan efisiensi produksi pertanian secara keseluruhan.

4. Akibat negatif yang mungkin ditimbulkan oleh air berlebihan dapat dihindari. Air berlebihan atau genangan air dapat menyebabkan berbagai masalah yang merugikan bagi tanaman dan lingkungan, seperti:

- a. **Pembusukan Akar:** Air yang berlebihan dapat menyebabkan pembusukan akar tanaman karena kurangnya aerasi dalam tanah. Hal ini dapat menghambat penyerapan nutrisi dan mengganggu pertumbuhan tanaman.
- b. **Penyakit Tanaman:** Genangan air dapat meningkatkan risiko infeksi penyakit tanaman yang disebabkan oleh jamur dan bakteri. Tanaman yang terendam air cenderung lebih rentan terhadap penyakit seperti layu bakteri dan embun tepung.
- c. **Kerusakan Struktur Tanah:** Air berlebihan dapat merusak struktur

tanah dengan menyebabkan erosi dan pengikisan. Hal ini dapat mengurangi kesuburan tanah dan menyebabkan hilangnya lapisan tanah yang penting.

- d. Penghambatan Proses Fotosintesis: Genangan air dapat menghambat proses fotosintesis tanaman karena mengurangi akses tanaman terhadap udara dan cahaya matahari.

Dengan menggunakan metode irigasi yang tepat dan mengatur aliran air dengan bijaksana, petani dapat menghindari akibat negatif dari air berlebihan dan memastikan bahwa tanaman mendapatkan pasokan air yang optimal untuk pertumbuhan dan perkembangannya. Hal ini juga membantu dalam menjaga keseimbangan ekosistem pertanian dan lingkungan secara keseluruhan.

B. 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.

C. Tipe Pemberian Air Irigasi

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

1. Irigasi Genangan

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



Gambar 6. Irigasi Genangan

(Sumber: Irigasi Genangan, n.d.)

2. 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 7 Irigasi Tetes/Mikro
(Sumber: Irigasi Tetes/Mikro, n.d.)

3. 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 8. Irigasi Curah
(Sumber: Irigasi Curah, n.d.)

4. 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 9. 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*)

Irigasi aliran adalah irigasi dimana air dari sumber dialirkan ke daerah pertanian sampai tingkat usaha tani dengan gaya gravitasi.

b. Irigasi pompa (*pump irrigation*)

Irigasi pompa adalah 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.

BAB III

IRIGASI TETES

A. Definisi 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).

Irigasi tetes merupakan cara pemberian air meneteskan air melalui pipa-pipa secara bersamaan di sekitar tanaman atau sepanjang luas tanaman. Hanya sebagian dari daerah perakaran yang terbasahi, tetapi seluruh air yang ditambahkan dapat diserap dengan cepat pada keadaan kelembaban tanah yang rendah. 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. Kurangi risiko 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 sebagai berikut:

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.

Selain itu 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 stresing atau mempercepat adaptabilitas bibit sehingga meningkatkan keberhasilan tumbuh tanaman.
- e. Melakukan pemanenan air hujan lewat wadah irigasi tetes secara terbatas sehingga dapat digunakan tanaman.

B. Komponen Irigasi Tetes

Komponen irigasi tetes adalah bagian-bagian yang penting dalam sistem irigasi tetes yang digunakan untuk memberikan air secara langsung ke akar tanaman dengan cara meneteskan air secara perlahan-lahan. Berikut adalah beberapa komponen utama dari sistem irigasi tetes:

1. 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.

2. *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).

C. *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:

1. Metode *Penman-Monteith* FAO

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

$$ET_0 = \frac{0.408\Delta (R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} U_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma (1 + 0.34U_2)}$$

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 ($^{\circ}\text{C}$),

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/ $^{\circ}\text{C}$)

2. 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:

$$ET_0 = P (0,46 \cdot T_{\text{mean}} + 8,13)$$

Dimana:

P = persentase harian rata-rata tahunan

T_{mean} = suhu rata-rata harian

3. Metode *thornthwaite*

Menghitung evapotranspirasi dengan metode Thornthwaite memiliki persamaan sebagai berikut:

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

Dimana:

e = Evapotranspirasi acuan (ET_0)

t = temperatur udara rata-rata bulan

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

a = koefisien tempat

4. 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 Blaney-Criddle Rumus yang direkomendasikan untuk Metode Radiasi adalah:

$$ET_0 = c (W \cdot R_s) \frac{\text{mm}}{\text{hari}}$$

Dimana:

ET_0 = Evapotranspirasi referensi tanaman dalam mm/hari untuk periode yang diperhitungkan

R_s = Radiasi matahari dalam ekuivalen Evaporasi, mm/hari

W = Weighing factor yang tergantung dari Temperatur dan Altitude

c = Adjustment faktor 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 $W \times R_s$ dan ET_0 pada gambar II-10 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:

$$R_s = (0,25 + 0.50 \frac{n}{N}) \cdot R_a$$

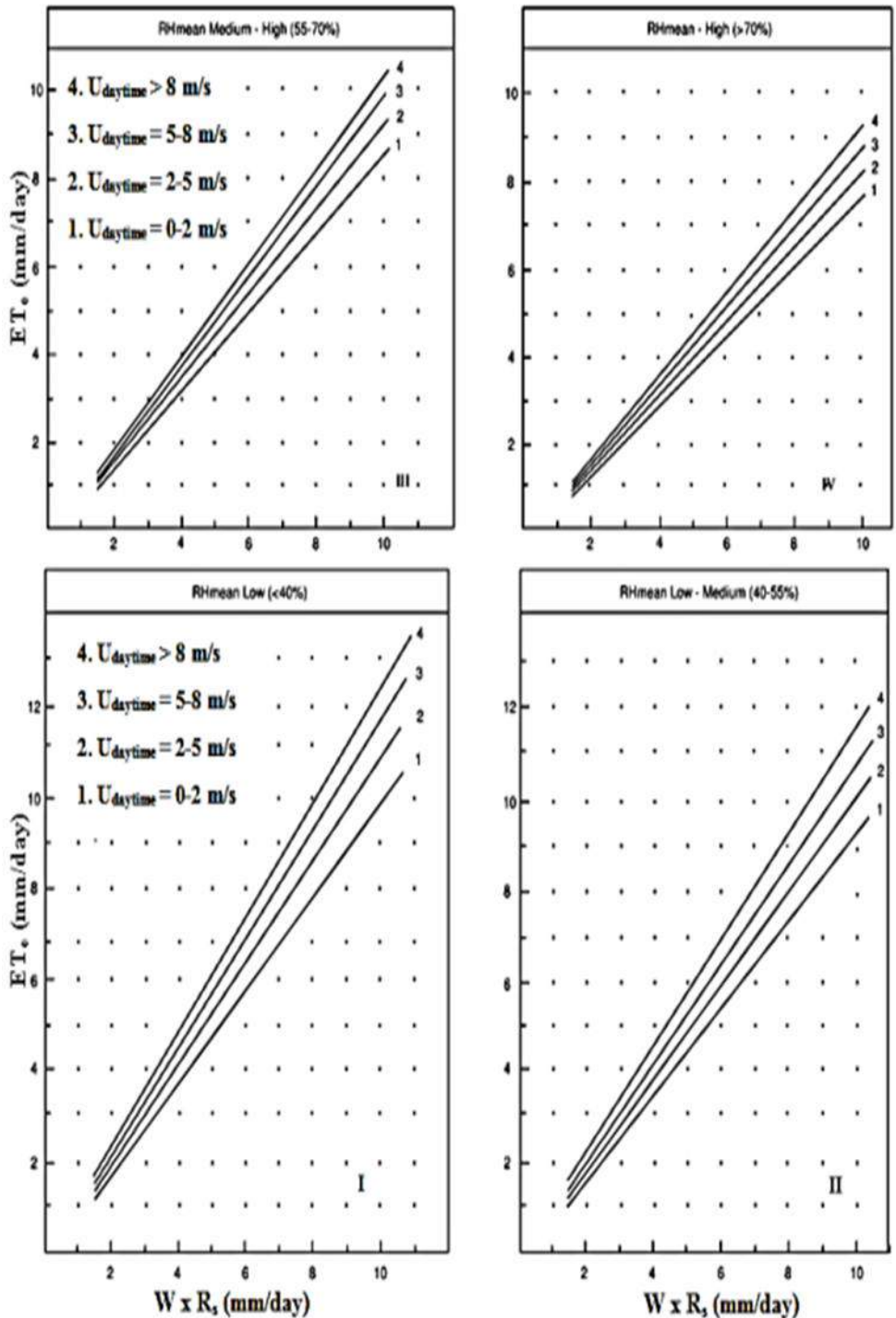
Dimana: n/N adalah rasio antara lama (jam) cerah dan kemungkinan maksimum jam cerah (sunshine hours). N diperoleh dari tabel 2. Data n diambil dari Campbell Stokes sunshine recorder. Nilai R_a untuk lintang dan bulan yang berbeda diberikan pada tabel 1.

b. *Weighting Factor (W)*

Weighting factor menunjukkan efek temperature dan altitude terhadap hubungan antara R_s dan ET_o . Nilai W yang berkaitan dengan temperatur dan altitude diberikan di 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 grafik gambar 10. 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 10 Prediksi $E.T_o$ 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	15.8	15.7	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
Southern Lats	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
1 000	.46	.49	.52	.55	.58	.61	.64	.66	.69	.71	.73	.75	.77	.79	.80	.82	.83	.85	.86	.87
2 000	.49	.52	.55	.58	.61	.64	.66	.69	.71	.73	.75	.77	.79	.81	.82	.84	.85	.86	.87	.88
3 000	.52	.55	.58	.61	.64	.66	.69	.71	.73	.75	.77	.79	.81	.82	.84	.85	.86	.88	.88	.89
4 000	.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)

D. 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

$$Q = V / T$$

Dimana

Q = Debit Emitter (L/Jam)

V = Volume (L)

T = Waktu (Jam)

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

$$Ed = 100 (qn^1 / qrata2)$$

Dimana :

Ed = Efisiensi distribusi (%)

qn¹ = Debit Rata-Rata dari 25% Debit terendah (L/Jam)

qrata2 = Laju rata-Rata Emiter (1/Jam)

3. Menghitung efisiensi aplikasi tetesan

$$Ea = qmin / qrata2$$

Dimana:

Ea = Efisiensi Aplikasi (%)

qmin = Laju Minimum Emiter (1/Jam)

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

E. 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*:

$$Cu = \left\{ 1 - \frac{\sum [x_i - \bar{x}]}{\sum x_i} \right\}$$

Dimana:

Cu = Koefisien keseragaman irigasi (%)

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

x = Nilai rata-rata dari volume air pada wadah (ml)

Σ [x-x_i] = Jumlah deviasi absolut rata-rata pengukuran (ml)

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

F. 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).

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

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

G. Menghitung Waktu Operasional

Adapun persamaan menghitung waktu operasional sebagai berikut:

$$T_a = \frac{G}{N_p \times q_a}$$

Dimana:

T_a = Waktu operasi irigasi (jam/hari)

G = Kebutuhan air pertanaman (l/hari)

N_p = jumlah emiter per tanaman

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

BAB IV

MEMANFAATKAN SETETES AIR: TEKNOLOGI IRIGASI UNTUK PRODUKTIVITAS TANAMAN

A. Lokasi dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di Perumahan Karanglo Indah, RT 01, RW 04, Kelurahan Balarjosari, 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) tahun 2023, pengamatan dilakukan tiga kali dalam seminggu, jam kerja dimulai dari pukul 06:30-09:00 dan pukul 15:00-17:00. Lokasi penelitian dapat dilihat pada gambar 11.



Gambar 11. Lokasi Penelitian

(Sumber: Lokasi Penelitian, n.d.)

B. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan untuk pembuatan irigasi tetes pada penelitian ini yaitu: meteran, tiang bambu sebanyak 15 buah dengan tinggi 50 cm, botol bekas ukuran 1,5 liter sebanyak 20 buah, emiter sebanyak 20 buah, cangkul, dinding penahan bedengan menggunakan susunan bata merah dan genteng, dan alat tulis. Sedangkan

bahan yang digunakan (tanah biasa, tanah hitam, sekam padi, dan pupuk kandang, dengan perbandingan (1:1:1:1), air, dan bibit tanaman sawi.



Gambar 12. Alat dan Bahan
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

C. Metode dan Pelaksanaa Penelitian

1. Metode 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 perengaturan 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*.

2. Pelaksanaan Penelitian

Adapun pelaksanaan penelitian ini sebagai berikut:

a. Tahap Persiapan

- 1) Menyiapkan alat dan bahan
- 2) Melakukan pendangiran atau penggemburan pada tanah
- 3) Pencampuran bahan media tanam yang digunakan (tanah hitam, sekam padi, dan pupuk kandang) dengan perbandingan 1:1:1:1
- 4) Kemudian media tanam yang sudah tercampur ditabur merata pada tanah yang sudah dangir atau digemburkan.
- 5) Pengambilan bibit yang sudah disemai untuk dipindahkan ke bedengan.
- 6) Penanaman bibit
- 7) Menyiapkan 20 buah botol bekas ukuran 1,5 liter yang sudah dilubangi pada bagian bawah botol, dan alat *emitter* sebanyak 20 buah.

b. Tahap pengoperasian

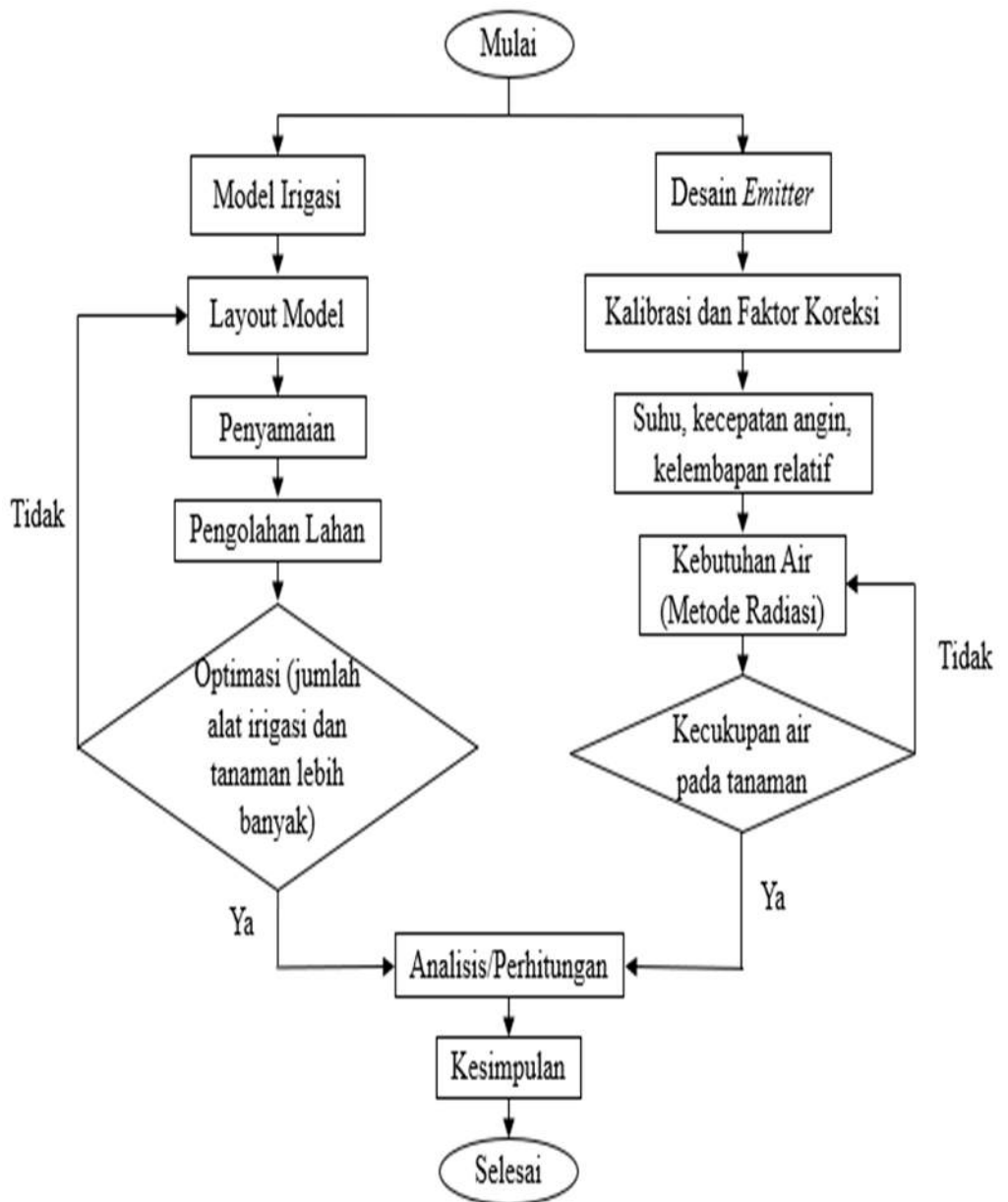
- 1) Perletakkan alat irigasi tetes sederhana berupa botol emitter yang sudah diisi air.
- 2) Mengoperasikan jaringan irigasi emitter dengan cara katup emitter dibuka dengan pola tertentu sehingga air bisa menetes keluar dengan satuan waktu ml/dtk.
- 3) Menghitung volume air yang digunakan dengan masa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

c. Pengolahan Data

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

- 1) Menghitung debit air yang dikeluarkan oleh emitter.
- 2) Menghitung debit rata-rata emitter dengan menggunakan persamaan (6)
- 3) Menentukan perbandingan tekanan (P) dan debit (Q)
- 4) Menghitung efisiensi keseragaman tetesan dengan menggunakan persamaan (7)
- 5) Menghitung efisiensi aplikasi tetesan dengan menggunakan persamaan (8)
- 6) Menghitung koefisien keseragaman irigasi menggunakan persamaan (9)
- 7) Menghitung waktu operasional menggunakan persamaan (11)
- 8) Menghitung kebutuhan air pada tanaman hasil data di lapangan dengan menggunakan metode radiasi.

d. Diagram Alir Rencana



Gambar 13. Diagram Alir Rencana

D. 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 IV-1). 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 + 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 merapat, 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.

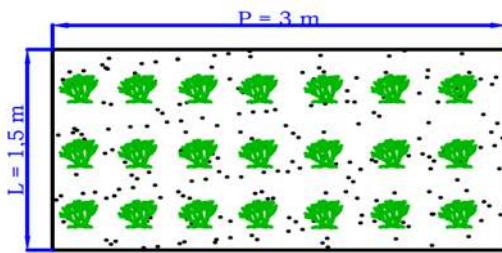


Gambar 14. Model Bedengan

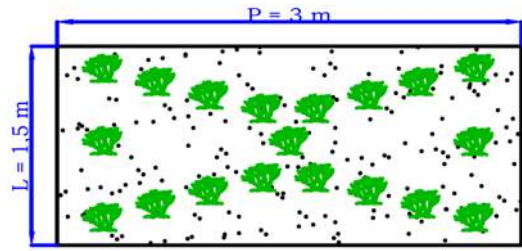
Sumber: Dokumentasi Pribadi

Layout sistem irigasi tetes direncanakan menyesuaikan dan memilih salah satu model perletakan tanaman seperti ditampilkan dalam Gambar IV-2 (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 inci (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

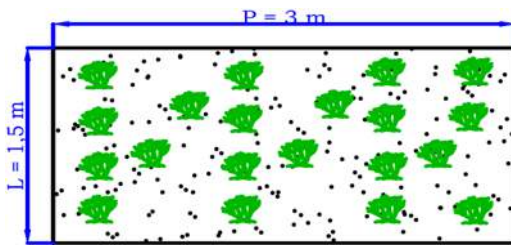
mililiter (1 ml). Sistem irigasi tetes ini diaplikasikan pada dua petak bedengan yaitu B3 dan B4 (tanaman sayuran sawi hijau/caisim dan kemangi).



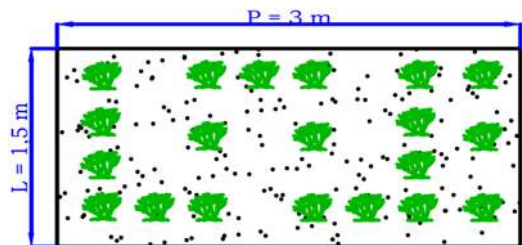
Gambar (a) Model Sejajar



Gambar (b) Model Melintang X



Gambar (c) Model Zigzag



Gambar (d) Model S

Gambar 15. Layout Bedengan

Sumber: Dokumentasi Pribadi

E. 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

(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

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*
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

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



Gambar 18. Pemindahan Tunas Ke Bedengan
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

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

F. 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 19),



Gambar 19 Kondisi Kedua Bedengan Sebelum Dibersihkan

(Sumber: Dokumentasi Pribadi)



Gambar 20 Penggemburan Tanah

(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

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. Media tanam adalah media atau bahan yang digunakan sebagai tempat tumbuh dan berkembangnya akar tanaman. Menurut Wuryaningsih & Darliah (2008). Media tanam adalah media yang digunakan untuk menumbuhkan tanaman, tempat akar atau bakal akar akan tumbuh dan berkembang.



Gambar 21 Pencampuran Media Tanam
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

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



Gambar 22. Pengambilan Bibit Yang Ada Dalam Wadah Pot/Polibag
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

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. Pemandangan dan penanaman bibit ditampilkan pada Gambar 23.



Gambar 23. Pemandangan Atau Penanaman Bibit Tanaman Pada Bedengan
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

G. 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 (Trenc) dengan tetesan riil di lapangan (Taktual). 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

(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

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

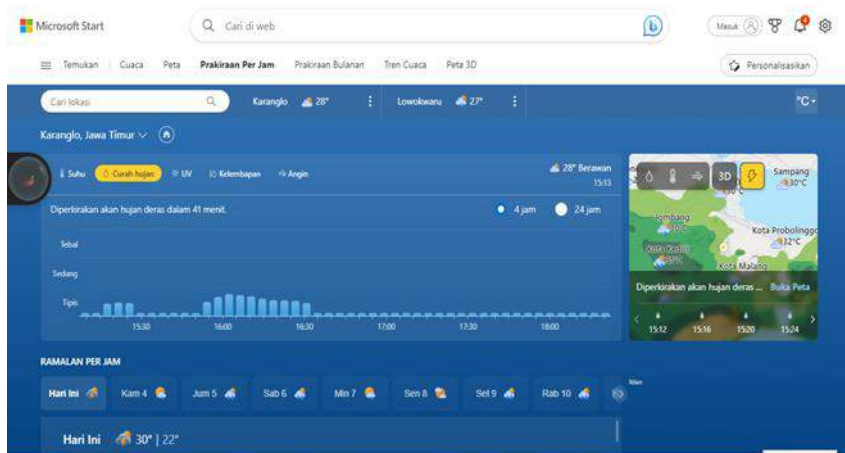
Tabel 4. Data Kalibrasi Alat Dan Faktor Koreks

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

(Sumber: Hasil Analisis)

H. 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. Adapun data suhu, kecepatan angin, dan kelembapan relatif selama 37 hari.



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

(Sumber: <https://www.msn.com/id-id/cuaca/prakiraanperjam/in-Karanglo,Jawa-Timur>)

I. 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 ekuivalen 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 5 Radiasi Ekstra Terrestrial (Ra) 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
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 6. 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 7. 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)																				
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 8. *Adjustment 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 (ET_o) metode radiasi.

J. 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. Distribusi air pada kondisi 60 tetes, 125 tetes dan 180 tetes selengkapnya tercantum pada Lampiran IV-1 sampai dengan IV-9. Adapun dokumentasi di lapang saat pengoperasian alat irigasi tetes ditampilkan dalam Gambar 26 (a-j).



a. Botol dan emitter tetes



b. Pengaturan ulir sesuai tetesan



c. Pengisian air di botol



d. Pemasangan emitter



e. Peletakan pada bedengan



f. Pembukaan katup



g. Alat irigasi terpasang



h. emitter 60 tetes



i. emitter 125 tetes



j. emitter 180 tetes

Gambar 26 Pengoperasian Alat Irigasi Tetes
(Sumber: dokumentasi pribadi)

K. 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 27. Kondisi Sayuran Yang Terkena Hama

(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

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



Gambar 28. Penyulaman Ulang Sayuran Yang Rusak

(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

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 29. Virus Dan Kutu Tanaman Cabe

(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

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 diletakkan diantara sayuran seperti ditampilkan dalam Gambar 30.



Gambar 30. Layout Irigasi Tetes Model Sejajar

(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

L. Hasil Penyemaian

Penyemaian benih sawi hijau serta kemangi sampai menjadi tunas berhasil dengan baik. Penyemaian 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 31).



Gambar 31. Hasil Penyemaian Benih Dan Pemindahan Ke Bedengan
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

M. 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 32. Pengolahan Lahan Yang Baik Dan Sayuran Yang Berkembang
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

N. Hasil Kalibrasi Dan Faktor Koreksi

Perhitungan kalibrasi dan faktor koreksi pada *emitter* 60 tetes, *emitter* 125 tetes pada Lampiran IV-4 dan IV-5, *emitter* 180 tetes. Seperti dicantumkan dalam Tabel Data Kalibrasi Alat Dan Faktor Koreksi, 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.

O. 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 (Lampiran V-1) 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 kelembaban 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 kelembaban antara 45% - 65%). Dapat diartikan bahwa 78% menunjukkan kelembaban tinggi, hal ini terjadi karena kondisi selama penelitian dilaksanakan saat musim penghujan.

P. 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:

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

Jawaban:

R_a	= 15,90	mm/hari
R_s	= $(0,25 + 0,5 n/N) \cdot R_a$	
N	= 12,42	jam/hari
n/N	= 0,89	
R_s	= 10,56	mm/hari
W	= 0,761	
$W \times R_s$	= 8,04	mm/hari
c	= 1,1	mm/hari
ET_o	= $c \times (W \times R_s)$	mm/hari
Eto	= 8,84	mm/hari

Berdasarkan perhitungan evapotranspirasi menggunakan metode radiasi didapatkan nilai $ET_o = 8,84$ mm/hari. ET_o dalam mm/hari harus diubah dalam ml/hari dengan cara: Hasil Eto mm/hari dibagi 1000 didapatkan m/hari, kemudian m/hari diubah ke m^3 /hari dengan cara dikalikan luas bedengan $4,5 m^2$, setelah itu dari m^3 /hari diubah ke liter/hari dengan cara dikali 1000 (karena $1 m^3 = 1000$ liter). Maka didapatkan 39,789 liter/hari atau 39.789 ml/hari.

Tabel 9. 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
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

mm/hari	m/hari	m ³ /hari	liter/hari	ml/hari
8,51	0,00851	0,03831	38,313	38313
8,65	0,00865	0,03894	38,937	38937
Rerata				39354

Dari tabel tersebut, 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).

Tabel 10. 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
25/11/2023	38,883	38,619	39,708	8,88	8,62	9,71

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)
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

(Sumber: Hasil Analisis) 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).

Q. Hasil perhitungan kebutuhan air tanaman (Lapangan)

Merujuk penjelasan 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.

Tabel 11. 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
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
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	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	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

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)
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

(Sumber: Hasil Analisis); Ket: FK = Faktor Koreksi, MR = Metode Radiasi

R. 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.

DAFTAR PUSTAKA

- 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.
- Fakhrah, 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/jenis-jenis-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-irigasi-di-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-di-depok-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 Strawberri (*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., & Dwiyana, 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/urban-farming/>
- Tanaman di pekarangan. (n.d.). <https://www.gendukrizka.com/2021/08/sayuran-yang-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-living-wall.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

Memanfaatkan Setetes Air
Teknologi Irigasi
untuk
Produktivitas Tanaman

Dr. Sunik, S.T., M.T.
Benedictus Sonny Yoedono, S.Pd., M.T.
Redemptus Narda Ratman Manao, S.T.

