



Perancangan
Irigasi Tetes
untuk
Tanaman Hortikultura



Perancangan
Irigasi Tetes
untuk
Tanaman Hortikultura

Dilarang mereproduksi atau memperbanyak seluruh atau sebagian dari buku ini dalam bentuk atau cara apa pun tanpa izin tertulis dari penerbit.

© Hak cipta dilindungi oleh Undang-Undang No. 28 Tahun 2014

All Rights Reserved



Perancangan
Irigasi Tetes
untuk
Tanaman Hortikultura

R. Ismu Tribowo

LIPI Press

© 2017 Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI)
Pusat Pengembangan Teknologi Tepat Guna

Katalog dalam Terbitan (KDT)

Perancangan Irigasi Tetes untuk Tanaman Hortikultura/R. Ismu Tribowo – Jakarta: LIPI Press, 2017.

xvi + 92 hlm.; 14,8 x 21 cm

ISBN: 978-979-799-879-0

1. Perancangan

3. Hortikultura

2. Irigasi Tetes

631.587

Copyeditor : Tantrina Dwi Aprianita
Proofreader : Sonny Heru Kusuma dan Martinus Helmiawan
Penata Isi : Siti Qomariyah dan Meita Safitri
Desainer Sampul : Dhevi E.I.R. Mahelingga

Cetakan Pertama : Juni 2017




Diterbitkan oleh:

LIPI Press, anggota Ikapi

Jln. Gondangdia Lama 39, Menteng, Jakarta 10350

Telp. (021) 314 0228, 314 6942. Faks. (021) 314 4591

E-mail: bmrlipi@centrin.net.id

 lipipress@centrin.net.id

 press@mail.lipi.go.id

Daftar Isi

Daftar Tabel	vii
Daftar Gambar	ix
Pengantar Penerbit	xi
Kata Pengantar	xiii
Prakata	xv
BAB 1 Pendahuluan	1
BAB 2 Irigasi Tetes	9
A. Keunggulan Irigasi Tetes	13
B. Kelemahan Irigasi Tetes	15
C. Jenis-Jenis Irigasi Tetes	16
D. Tahapan Perancangan dan Analisis Prainstalasi	23
E. Perancangan Kalender Tanam dan Pola Tanam	24
F. Perhitungan Kebutuhan Air Irigasi pada Tingkat Tanaman (Modulus Irigasi)	27
1. Penentuan Kalender Tanam	28
2. Data Klimatologi	29
3. Besarnya Keperluan Air	29
4. Suplai Air secara Alamiah	30
5. Besarnya Keperluan Air Irigasi (IR)	31
6. Modulus Irigasi (qo)	31
G. Perhitungan Maksimum Interval Irigasi	32
1. Menghitung Rata-rata Laju Deplesi Kandungan Air Tanah	32
2. Menghitung Total Ketersediaan Kandungan Air Tanah yang siap digunakan	33
3. Maksimum Interval Irigasi (ni max.)	33

H. Modulus dan Interval Irigasi Tanaman Tomat, Anggur, Pisang, dan Nanas	34
G. Maksimum Lama Penetesan <i>Emitter</i>	34
1. Cabai	34
2. Pisang	36
J. Kebutuhan Debit dan Daya Pompa untuk Operasional Irigasi Tetes	38
K. Waktu Pemberian Air Irigasi	47
BAB 3 Analisis Teknoekonomi	49
A. Biaya Tetap	50
1. Biaya Investasi Unit Tetes (Termasuk Biaya Instalasi)	50
2. Depresiasi Peralatan Unit Tetes	57
3. Biaya Bunga Pinjaman (<i>Interest Cost</i>)	58
B. Biaya Tidak Tetap (Operasional dan Pemeliharaan)	58
C. Nilai Titik Impas (BEP: <i>Break Even Point</i>) Investasi Sistem Irigasi Tetes	60
Penutup	63
Lampiran	67
Daftar Istilah	77
Daftar Pustaka	81
Indeks	89
Sekilas Tentang Penulis	95

Daftar Tabel

Tabel 1.	Luas Lahan Kering yang Sesuai untuk Pertanian	4
Tabel 2.	Keadaan Air Berdasarkan Selisih Antara Curah Hujan dan Evapotranspirasi di Kabupaten Lampung Selatan	25
Tabel 3.	Perancangan Kalender Tanam dan Pola Tanam Cabai, Tomat, Pisang, Nanas, dan Anggur	26
Tabel 4.	Hubungan antara keadaan jumlah kadar air tanah dan kedalaman tanah di Eks Lahan UPT-BBOK LIPI Lampung	28
Tabel 5.	Kalender tanam untuk Cabai termasuk fraksi periode	29
Tabel 6.	Data potensial evapotranspirasi, curah hujan, dan potensial efektif curah hujan di Lampung Selatan	29
Tabel 7.	Keperluan Air Setiap Bulan	30
Tabel 8.	Suplai Air Alamiah	31
Tabel 9.	Keperluan Air Irigasi	31
Tabel 10.	Modulus Irigasi dan Kebutuhan Air pada Tingkat <i>Emitter</i>	31
Tabel 11.	Rata-rata Laju Deplesi	32
Tabel 12.	Total Ketersediaan Kandungan Air Dalam Tanah yang Siap Digunakan	33
Tabel 13.	Maksimum Interval Irigasi	33
Tabel 14.	Faktor F untuk Pipa Lateral yang Dipasang <i>Emitter</i>	40
Tabel 15.	Kehilangan Tekanan Minor DH (m) untuk Berbagai Harga q , r , dan e	40
Tabel 16.	Kehilangan Tekanan karena <i>Fittings</i>	46

Tabel 17. Kebutuhan Debit dan Tekanan untuk Setiap Tanaman pada Saat Puncak Kebutuhan Air	47
Tabel 18. Lama Waktu Pemberian Air Irigasi	48
Tabel 19. Jumlah Lama Waktu Pemberian Air Irigasi Setiap Bulan	59
Tabel 20. Rekapitulasi Investasi Biaya Tetap dan Tidak Tetap	60
Tabel 21. Produksi/Hasil Panen yang Menggunakan Irigasi Tetes	60

Daftar Gambar

Gambar 1.	Rupa Beberapa Teknologi Irigasi Hemat Air	1
Gambar 2.	Sumber Air Irigasi, Lahan Kering,dan Sumber Daya Manusia Pertanian Lahan Kering di Wamena, Kabupaten Jayawijaya, Papua	3
Gambar 3.	Sumber Air di Desa Ulusena, Kecamatan Moramo, Kabupaten Konawe Selatan, Provinsi Sulawesi Tenggara untuk Keperluan Pertanian, Perikanan, dan Pengolahan Hasilnya	6
Gambar 4.	Saluran Bagi Air Irigasi Tersier, Usaha Tani Lahan Basah dan Lahan Kering di Wamena, Kabupaten Jayawijaya, Provinsi Papua	6
Gambar 5.	Bentuk Serapan Air Tetesan di Dalam Tanah Sekitar Perakaran Satu Tanaman dari Satu Penetes/ <i>Emitter</i>	10
Gambar 6.	Bentuk Serapan Air Tetesan di Dalam Tanah Sekitar Perakaran Satu Tanaman dari Empat Penetes/ <i>Emitter</i>	11
Gambar 7.	Bentuk Penetrasi Air Tetesan di Dalam Tanah Sekitar Perakaran Satu Tanaman dengan Media Tanam dari Jenis Tanah Liat, Lempung, dan Pasir	12
Gambar 8.	Sebaran dan Waktu Penetrasi serta Jarak Air Tetesan di Dalam Tanah Jenis Pasir dan Tanah Liat	12
Gambar 9.	Penetes Irigasi Sistem Tetes Eks Impor	16
Gambar 10.	Tipe Lain Penetes Eks Impor	17
Gambar 11.	Set Irigasi Tetes Eks Impor	17

Gambar 12.	<i>Fittings</i> dan detail Set Irigasi System Tetes Eks Impor	18
Gambar 13.	Penetes/ <i>Emitter</i> Tipe Sekrup	20
Gambar 14.	Media Tanah di Dalam <i>Polybag</i> dan Ditempatkan di Dalam <i>Greenhouse</i> dengan Irigasi Sistem Tetes <i>Emitter</i> Sekrup untuk Tanaman Paprika	21
Gambar 15.	Penetes Ulir Plastik	22
Gambar 16.	Irigasi Tetes dengan Penetes Ulir Plastik yang Dikombinasikan dengan Mulsa untuk Meningkatkan Efisiensi Penggunaan Air	22
Gambar 17.	Lahan Budi Daya Tanaman Hortikultura di Desa Purwotani, Lampung	25
Gambar 18.	Peta Layout Irigasi Tetes	35
Gambar 19.	Layout Pipa Lateral dan Pipa <i>Header</i> pada Irigasi Tetes Tanaman Cabai	36
Gambar 20.	Layout Pipa Lateral dan Pipa <i>Header</i> pada Irigasi Tetes Tanaman Pisang	37
Gambar 21.	Kehilangan Tekanan pada Pipa Lateral	41
Gambar 22.	Kehilangan Tekanan pada Pipa <i>Header</i> dan Pipa Utama	42
Gambar 23.	Pipa Lateral Impor	43
Gambar 24.	Pipa Lateral dan <i>Header</i> Bahan Lokal	44
Gambar 25.	<i>Emitter</i> / Penetes (Termasuk Pipa/Selang Distribusi)	50
Gambar 26.	Pipa Lateral	51
Gambar 27.	Pipa PVC	52
Gambar 28.	<i>Fittings</i> Irigasi Tetes	52
Gambar 29.	Berbagai Macam Keran (<i>Valves</i>)	53
Gambar 30.	<i>Pressure</i> Regulator	53
Gambar 31.	Pengukur Debit Air	54
Gambar 32.	Ilustrasi peralatan yang digunakan untuk irigasi tetes. Dimulai dari penggunaan generator set, pompa <i>submersible</i> , <i>water container</i> , yang dapat dilengkapi dengan alat pengaduk pupuk cair, pompa air pendorong, filter, dan jaringan irigasi tetes	55
Gambar 33.	Ilustrasi Pengeboran/Pembuatan Sumur Artesis	56
Gambar 34.	Beberapa Jenis Pompa <i>Submersible</i> (Pompa Benam)	56
Gambar 35.	Penampang aplikasi penggunaan pompa <i>submersible</i>	57

Pengantar Penerbit

Sebagai penerbit ilmiah, LIPI Press mempunyai tanggung jawab untuk menyediakan terbitan ilmiah yang berkualitas. Penyediaan terbitan ilmiah yang berkualitas adalah salah satu perwujudan tugas LIPI Press untuk ikut serta dalam mencerdaskan kehidupan bangsa sebagaimana yang diamanatkan dalam pembukaan UUD 1945.

Teknologi irigasi yang tergolong hemat air, seperti irigasi tetes (*drip irrigation*), belum banyak digunakan di Indonesia. Hal itu disebabkan belum adanya kesadaran akan pentingnya penggunaan teknologi tersebut oleh pelaku pertanian dan pemangku kepentingan (*stakeholder*). Selain itu, pentingnya menggunakan air irigasi secara hemat dan efisien perlu disampaikan secara terus-menerus kepada masyarakat, khususnya pegiat pertanian, mengingat sumber daya alam berupa air tawar semakin hari semakin sulit didapat.

Oleh karena itu, buku *Perancangan Irigasi Tetes untuk Tanaman Hortikultura* ini diharapkan dapat memberikan pengetahuan bahwa teknologi irigasi tetes lebih efisien dan hemat dalam penggunaan air dibanding dengan sistem saluran terbuka. Akhir kata, kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu proses penerbitan buku ini.

LIPI Press

Kata Pengantar

Buku *Perancangan Irigasi Tetes untuk Tanaman Hortikultura* ini disusun dalam rangka mendukung kegiatan pengembangan teknologi tepat guna di Pusat Pengembangan Teknologi Tepat Guna-Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, utamanya pengembangan peralatan pertanian, baik peralatan prapanen maupun pascapanen.

Pemanfaatan teknologi irigasi tetes untuk budi daya tanaman hortikultura di Indonesia masih langka. Perlu upaya memperkenalkan teknologi (dalam hal ini irigasi yang berefisiensi tinggi) untuk meningkatkan jumlah air yang dihemat. Semakin tinggi tingkat kehematan penggunaan air irigasi, semakin luas pula lahan dan tanaman yang dibudi dayakan. Hal ini akan berdampak baik pada peningkatan ketahanan pangan. Artinya, produksi hasil panen lebih meningkat dibandingkan bila menggunakan irigasi konvensional yang umumnya memanfaatkan gaya gravitasi bumi dalam menyuplai air irigasinya.

Program pemerintah dengan “Nawa Cita”-nya, terutama dalam hal membangun karakter bangsa melalui pendidikan, baik formal maupun nonformal, harus diwujudkan dalam langkah-langkah nyata. Dalam hal ini, mengubah budaya pemanfaatan teknologi budi daya pertanian yang semula

konvensional menjadi memanfaatkan dan mengembangkan teknologi budi daya pertanian modern didukung peralatan yang modern pula dan tepat guna. Pemanfaatan teknologi yang modern dan tepat guna merupakan salah satu kunci utama program swasembada pangan dan untuk dapat bersaing dengan komoditas pertanian impor.

Subang,

Kepala Pusat Pengembangan TTG-LIPI

A handwritten signature in black ink, consisting of a long horizontal line with a stylized initial 'Y' on the left side.

Dr. Ir. Yoyon Ahmudiarto, M.Sc. IPM.

Prakata

Buku ini dibuat dengan tujuan memberi tambahan ilmu pengetahuan bagi pembacanya mengenai penggunaan air irigasi yang hemat yang didukung dengan rumus-rumus perhitungan untuk mendapatkan keperluan air bagi pertumbuhan tanaman yang dibudidayakan secara relatif terperinci. Mudah-mudahan buku ini dapat menambah referensi tulisan-tulisan yang berkenaan dengan penggunaan air irigasi bertekanan yang memiliki efisiensi relatif tinggi yang umumnya menggunakan sistem perpipaan. Tentunya tulisan di dalam buku ini tidaklah sempurna. Oleh karena itu, saran dan kritik positif untuk menyempurnakan substansi dan tampilan isi buku ini akan penulis terima dengan senang hati.

Puji syukur yang tak terhingga kepada Allah Swt. atas ilmu dan segala kemudahan yang diberikan-Nya pada saat penulisan buku ini. Terima kasih kepada istri dan anak-anak yang telah mendukung sebelum dan selama penulisan buku ini.

Terima kasih pula kepada pejabat dan mereka yang pernah menjabat Kepala Balai Besar Pengembangan Teknologi Tepat Guna-Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (B2PTTG-LIPI), yang sejak 25 Juni 2014 menjadi Pusat Pengembangan Teknologi Tepat Guna-Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (Pusbang TTG-LIPI), yaitu Dr. Ir. Akmadi Abbas M. Eng. Sc., Ir. Adil Jamali M.Sc., dan Dr Ir.Yoyon Ahmudiarto M.Sc. IPM yang menuliskan kata pengantar untuk buku ini.

Terima kasih untuk semua staf, baik struktural maupun peneliti di Pusbang TTG-LIPI di Subang dan Balai Bahan Olahan Kimia (BBOK)-LIPI di Bergen, Kecamatan Tanjung Bintang, Kabupaten Lampung Selatan, yang

membantu pada saat implementasi dan pengembangan irigasi sistem tetes dan *sprinkler* 1994 dan 2000. Juga untuk teman-teman teknisi, yaitu Suparmo, Bambang, Uden, Suhaya, Taufik, Yudi, dan Jaja. Kepada mitra binaan di Indramayu-Jawa Barat dan Dompu-Nusa Tenggara Barat, seperti Alex, Muklas, dan Sugito, penulis ucapkan terima kasih. Ucapan terima kasih juga untuk kepala, staf, dan karyawan UPT Balai Media dan Reproduksi (LIPI Press), serta penelaah/*reviewer*, dan lain-lain yang tak dapat disebutkan satu per satu. Semoga Allah Swt. membalas segala bantuan dan kebaikan semuanya. Amin.

BAB 1

Pendahuluan

Jenis irigasi yang tergolong hemat air, seperti irigasi tetes (*drip irrigation*), irigasi curah/tebar (*sprinkler irrigation*), dan kendi (Gambar 1), belum banyak digunakan di Indonesia. Hal itu disebabkan belum adanya kesadaran akan pentingnya penggunaan teknologi irigasi tersebut oleh pelaku pertanian dan pemangku kepentingan (*stakeholder*). Pentingnya menggunakan air irigasi secara hemat dan seefisien mungkin perlu disampaikan secara terus-menerus kepada masyarakat, khususnya pegiat pertanian, mengingat sumber daya alam berupa air tawar semakin hari semakin sulit didapat. Pemanasan suhu bumi (*global warming*) mengakibatkan anomali cuaca, baik berupa *El Nino* maupun *La Nina*. *El Nino* dan *La Nina* yang berkepanjangan mengakibatkan perubahan pada pola dan kalender tanam, kemudian berdampak pada perubahan jumlah kebutuhan air irigasi.



Keterangan: Irigasi tetes (kiri), irigasi *sprinkler* (tengah), irigasi kendi (kanan)

Sumber: Nelson Irrigation (2017) untuk *sprinkler* (tengah); dan Tribowo (2003) untuk tetes (kiri) dan kendi (kanan)

Gambar 1. Rupa Beberapa Teknologi Irigasi Hemat Air (Tetes, *Sprinkler*, dan Kendi)

Belum banyak literatur di Indonesia yang membahas teknologi irigasi hemat air. Literatur yang ditemukan, yakni *Pengembangan dan Implementasi Teknologi Irigasi Hemat Air* (Tribowo, 2014), tidak dilengkapi detail perhitungan perancangannya. Teknologi irigasi hemat air, terutama irigasi tetes dan sistem curah (*sprinkler*), merupakan teknologi irigasi bertekanan yang dikembangkan di Eropa dan Amerika Serikat (Tribowo & Sudaryanto, 1996).

Perancangan dan perhitungan implementasi teknologi irigasi hemat air secara detail, seperti teknologi irigasi tetes pada lahan pertanian, sangatlah diperlukan. Tujuannya agar penggunaan air untuk irigasi tanaman secara efisien terpenuhi dan dalam jumlah yang optimal. Dengan demikian, tanaman yang dibudidayakan dapat tumbuh secara proporsional dengan hasil panen yang optimal pula. Semakin hemat kita menggunakan air irigasi untuk keperluan budi daya tanaman, semakin luas pula lahan tanaman yang dapat diairi. Hal ini akan meningkatkan hasil panen sehingga mendukung program swasembada pangan.

Kelangkaan air sering kali menjadi pembatas utama dalam pengelolaan lahan kering (Gambar 2). Oleh karena itu, inovasi teknologi pengelolaan air sangat diperlukan. Inovasi teknologi pengelolaan air meliputi teknik identifikasi potensi sumber daya air, teknik panen hujan dan aliran permukaan (*water harvesting*), teknologi irigasi, serta teknologi konservasi tanah dan air (Kartiwa & Dariah, 2013).

Lahan kering merupakan salah satu agroekosistem yang mempunyai potensi besar untuk usaha pertanian, baik tanaman pangan, hortikultura (sayuran dan buah-buahan), maupun tanaman tahunan dan peternakan. Berdasarkan Atlas Arahana Tata Ruang Pertanian Indonesia, Indonesia memiliki daratan sekitar 188,20 juta ha, terdiri dari 148 juta ha lahan kering (78%) dan 40,20 juta ha lahan basah (22%).



Sumber: Tribowo (2008)

Gambar 2. Sumber Air Irigasi, Lahan Kering, dan Sumber Daya Manusia Pertanian Lahan Kering di Wamena, Kabupaten Jayawijaya, Papua

Tidak semua lahan kering sesuai untuk pertanian, terutama karena faktor pembatas tanah. Contoh faktor pembatas tanah adalah lereng yang sangat curam, solum tanah dangkal dan berbatu, atau wilayah tersebut termasuk kawasan hutan. Dari total luas lahan 148 juta ha, lahan kering yang sesuai untuk budi daya pertanian hanya 76,22 ha (52%), sebagian besar terdapat di dataran rendah (70,71 juta ha atau 93%) dan sisanya di dataran tinggi. Di wilayah dataran rendah, lahan datar bergelombang (lereng < 15%) yang sesuai untuk pertanian tanaman pangan mencakup 23,26 juta ha. Lahan dengan lereng 15–30% lebih sesuai untuk tanaman tahunan (47,45 juta ha). Di dataran tinggi, lahan yang sesuai untuk tanaman pangan hanya 2,07 juta ha dan untuk tanaman tahunan 3,44 juta ha (Kartiwa & Dariah, 2013). Luas lahan kering yang sesuai untuk pertanian di Indonesia dapat dilihat pada Tabel 1.

Ketersediaan air merupakan faktor penentu keberhasilan budi daya pertanian. Keterbatasan air pada lahan kering mengakibatkan usaha tani tidak dapat dilakukan sepanjang tahun, dengan indeks pertanaman (IP) kurang dari 1,50. Penyebabnya adalah distribusi dan pola hujan yang fluktuatif, baik secara spasial maupun temporal.

Tabel 1. Luas Lahan Kering yang Sesuai untuk Pertanian

Pulau	Dataran Rendah (ha)			Dataran Tinggi (ha)			Luas
	Tanaman Semusim	Tanaman Tahunan	Total	Tanaman Semusim	Tanaman Tahunan	Total	Total (ha)
Sumatra	4.899.476	15.848.203	20.77.679	1.103.176	992.055	2.095.231	22.842.910
Jawa	925.412	3.982.008	4.907.420	200.687	484.96	685.647	5.593.067
Bali dan Nusa Tenggara	1.091.878	1.335.469	2.427.347	58.826	201.761	260.587	2.687.934
Kalimantan	10.180.151	14.340.956	24.521.107	592.129	389.521	981.65	25.502.757
Sulawesi	1.801.877	3.664.040	5.465.917	70.78	1.134.320	1.205.100	6.671.017
Maluku dan Papua	4.360.318	8.282.809	12.643.127	43.094	233.981	277.075	12.920.202
Indonesia	23.259.112	47.453.485	70.712.597	2.068.692	3.436.598	5.505.290	76.217.887

Sumber: Kartiwa & Dariah (2013)

Wilayah barat Indonesia lebih basah dibandingkan wilayah timur, dan secara temporal terdapat perbedaan distribusi hujan pada musim hujan dan kemarau (Dariah dkk., 2013).

Selaras dengan visi pembangunan nasional sebagaimana tertuang dalam Undang-Undang Nomor 17 tahun 2007 tentang Rencana Pembangunan Jangka Panjang Nasional 2005–2025, visi Percepatan dan Perluasan Pembangunan Ekonomi Indonesia adalah “Mewujudkan Masyarakat Indonesia yang Mandiri, Maju, Adil, dan Makmur”. Dalam konteks inilah Pemerintah Indonesia era Presiden Susilo Bambang Yudhoyono menyadari perlunya penyusunan MP3EI (Masterplan Percepatan dan Perluasan Pembangunan Ekonomi Indonesia) untuk memberikan arah pembangunan ekonomi Indonesia hingga 2025. Melalui percepatan dan perluasan pembangunan ekonomi, perwujudan kualitas pembangunan manusia Indonesia sebagai bangsa yang maju tidak saja melalui peningkatan pendapatan dan daya beli, tetapi juga dibarengi membaiknya pemerataan dan kualitas hidup seluruh bangsa (Bappenas, 2014).

Di Asia Tenggara, Indonesia adalah negara dengan luas kawasan terbesar, penduduk terbanyak, dan kaya sumber daya alam. Hal tersebut menempatkan Indonesia sebagai kekuatan utama di Asia Tenggara. Konsekuensi diimplementasikannya komunitas ekonomi ASEAN dan ASEAN-*China Free Trade Area* (ACFTA) mengharuskan

Indonesia meningkatkan daya saingnya guna mendapatkan manfaat nyata dari adanya integrasi ekonomi tersebut. Percepatan transformasi ekonomi yang dirumuskan dalam MP3EI menjadi sangat penting dalam rangka memberikan daya dorong dan daya angkat bagi daya saing Indonesia.

Dengan melihat dinamika global yang terjadi; memperhatikan potensi, peluang keunggulan geografi, dan sumber daya yang ada di Indonesia; serta mempertimbangkan prinsip pembangunan yang berkelanjutan, Indonesia perlu memosisikan diri sebagai basis ketahanan pangan dunia, pusat pengolahan produk pertanian, perkebunan, perikanan, dan sumber daya mineral serta pusat mobilitas logistik global (Ananto dkk., 2013).

MP3EI juga dirumuskan dengan memperhatikan Rencana Aksi Nasional Gas Rumah Kaca (RAN-GRK) yang menjadi komitmen nasional berkenaan dengan perubahan iklim global. Koridor Ekonomi dalam MP3EI yang berkenaan dengan pertanian adalah Koridor Ekonomi Sulawesi dengan tema pembangunan antara lain Pusat Produksi dan Pengolahan Hasil Pertanian, Perkebunan, dan Perikanan. Salah satu sumber air untuk pertanian dan keperluan lainnya yang ada di Sulawesi sebagai penunjang kegiatan tersebut dapat dilihat pada Gambar 3. Koridor Ekonomi Papua dan Kepulauan Maluku tema pembangunannya antara lain Pusat Pengembangan Pangan dan Perikanan. Beberapa kegiatan dan prasarana air irigasi di Papua yang menunjang kegiatan pengembangan pangan dan perikanan dapat dilihat pada Gambar 4.

Kekurangan air sangat memengaruhi produksi pertanian, kebutuhan dasar manusia, dan lingkungan. Kekeringan menyebabkan penurunan pendapatan dan kesejahteraan masyarakat, juga peningkatan gangguan keamanan dan ketahanan nasional. Hingga saat ini, hal tersebut belum dirasakan secara nyata. Namun, dengan peningkatan pertumbuhan ekonomi dan kebutuhan manusia, dikhawatirkan masalah tersebut lambat-laun akan muncul. Beberapa kegiatan



Sumber: Tribowo dkk. (2006)

Gambar 3. Sumber Air di Desa Ulusena, Kecamatan Moramo, Kabupaten Konawe Selatan, Provinsi Sulawesi Tenggara untuk Keperluan Pertanian, Perikanan, dan Pengolahan Hasilnya



Sumber: Tribowo (2008)

Gambar 4. Saluran Bagi Air Irigasi Tersier, Usaha Tani Lahan Basah dan Lahan Kering di Wamena, Kabupaten Jayawijaya, Provinsi Papua

operasional gerakan hemat air telah dilakukan oleh Kementerian Pekerjaan Umum, Kementerian Pertanian, dan Kementerian Kehutanan. Sebagai contoh, program perbaikan sistem irigasi sederhana/pedesaan, hujan buatan, identifikasi wilayah rawan kering, penyempurnaan pola tanam, pengembangan sistem penanggulangan bencana kekeringan, dan lain-lain yang menyangkut produksi pertanian, khususnya tanaman pangan (Baharsjah, 1997).

BAB 2

Irigasi Tetes

Teknologi irigasi konvensional dengan sistem saluran terbuka yang memanfaatkan gaya gravitasi kurang tepat bila digunakan untuk usaha tani lahan kering. Hal tersebut dikarenakan kehilangan air oleh perkolasi dan evaporasi pada saluran terbuka cukup besar. Untuk meminimalisasi perkolasi dan evaporasi, aplikasi teknologi irigasi tetes/*drip irrigation* (Gambar 5, 6, 7, dan 8) dalam usaha tani hemat air adalah pilihan yang tepat (Tribowo, 1989).

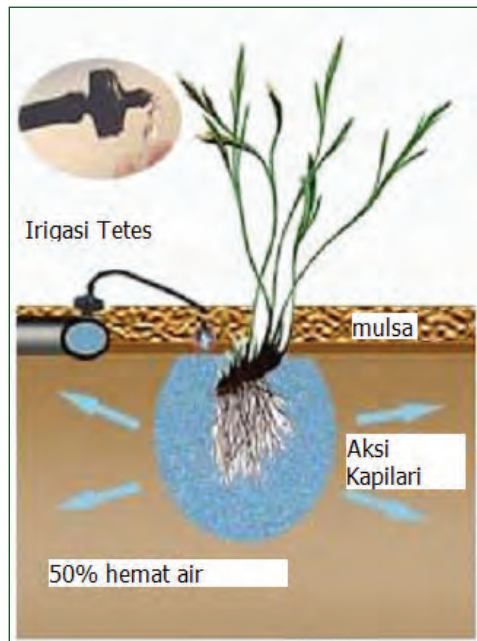
Semakin langka ketersediaan air, semakin dibutuhkan teknologi dan pengelolaan yang baik. Salah satu kebutuhan esensial dalam usaha tani adalah adanya air irigasi. Usaha tani lahan kering di daerah yang ketersediaan airnya yang sangat terbatas memerlukan efisiensi penggunaan air yang tinggi dalam usaha menghemat air.

Irigasi tetes/*drip* merupakan sistem irigasi yang lebih efisien penggunaan airnya dibandingkan dengan sistem saluran terbuka. Sistem ini juga lebih ekonomis dalam operasional dan perawatan peralatannya, mengingat upah tenaga kerja dan air menjadi barang yang mahal. Irigasi tetes cukup baik digunakan untuk usaha agroindustri tanaman hortikultura (Tribowo, 1997a).

Irigasi tetes sangat potensial diterapkan untuk usaha tani lahan kering dengan ketersediaan air yang sangat terbatas. Sistem pengairannya menggunakan pipa-pipa plastik, kemudian air dikeluarkan dari pipa menggunakan *emitter*/penetes yang memiliki spesifikasi debit

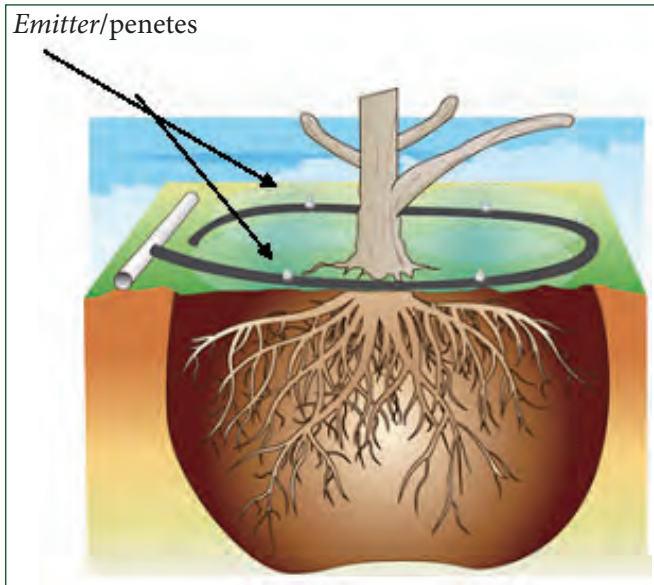
aliran tertentu, lalu ditetaskan di dekat tanaman. Pemberian air yang berupa tetesan akan meminimalisasi kehilangan air karena evaporasi. Laju dan waktu pemberian air dapat diatur untuk meniadakan *run-off* dan meminimalisasi kehilangan air yang diakibatkan oleh perkolasi (Meijer,1989).

Irigasi tetes memiliki beberapa bentuk serapan air, tergantung beberapa faktor, seperti jumlah penetes (*emitter*) dan tipe media tumbuh. Gambar 5 menunjukkan penggunaan satu *emitter* yang lebih sesuai untuk tanaman hortikultura yang bersifat anual (usia pendek), seperti cabai, tomat, dan sayuran.



Sumber: Ashok & Ashok (2010)

Gambar 5. Bentuk Serapan Air Tetesan di Dalam Tanah Sekitar Perakaran Satu Tanaman dari Satu Penetes/*Emitter*



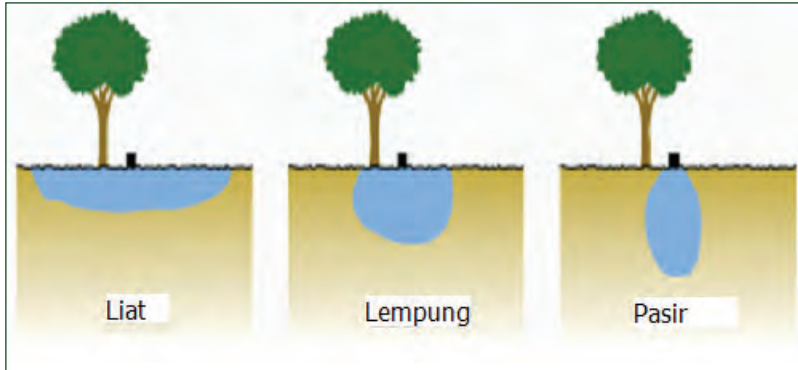
Sumber: Billig (2012)

Gambar 6. Bentuk Serapan Air Tetesan di Dalam Tanah Sekitar Perakaran Satu Tanaman dari Empat Penetes/*Emitter*

Pada Gambar 6 digunakan 4 *emitter* yang disesuaikan untuk tanaman hortikultura yang bersifat *perennial* (berusia panjang), seperti jeruk dan apel.

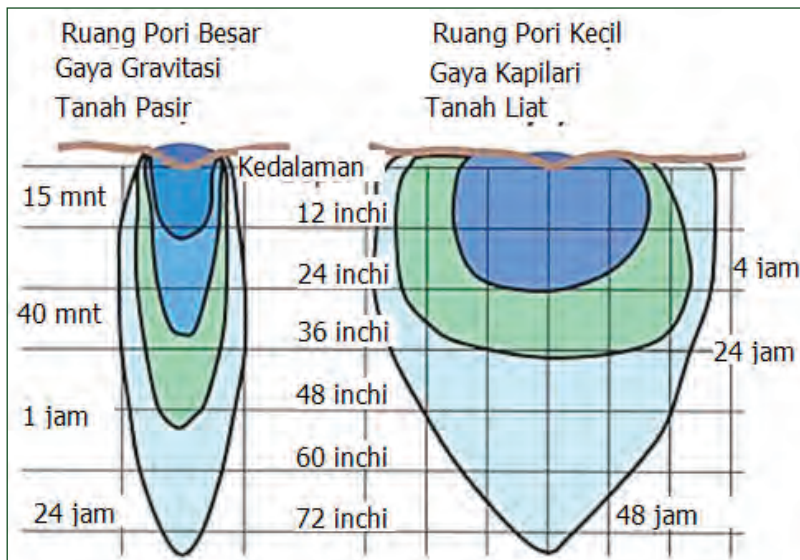
Sementara itu, Gambar 7 menjelaskan perbedaan penetrasi air pada jenis media tumbuh berbeda. Penetrasi air pada media tanah liat menyebar ke samping, tanah lempung cenderung di tengah, sedangkan media pasir memanjang ke bawah.

Pada Gambar 8 dapat dilihat bentuk sebaran, waktu penetrasi, dan jarak air tetesan di dalam tanah berjenis pasir dan liat. Untuk jenis pasir, pada 15 menit penetesan air, dapat dilihat penetrasi air secara vertikal di dalam media tanah mencapai kedalaman sekitar 30 cm, sedangkan pada jenis liat mencapai sekitar 4 cm. Penetrasi air vertikal dengan kedalaman 2 m di dalam media tanah jenis pasir



Sumber: Diann (2010)

Gambar 7. Bentuk Penetrasi Air Tetesan di Dalam Tanah Sekitar Perakaran Satu Tanaman dengan Media Tanam dari Jenis Tanah Liat, Lempung, dan Pasir



Sumber: Goldy (2012)

Gambar 8. Sebaran dan Waktu Penetrasi serta Jarak Air Tetesan di Dalam Tanah Jenis Pasir dan Tanah Liat

memerlukan waktu penetesan air selama 24 jam, sedangkan pada jenis liat memerlukan waktu selama 48 jam. Hal ini terjadi akibat dari gaya tarik gravitasi (*gravitational pull*) dari media jenis pasir lebih berperan daripada jenis liat. Untuk penetrasi air secara horizontal, gaya tarik kapilari (*capillary action*) dari media jenis liat lebih berperan daripada pasir sehingga terlihat penetrasi air horizontal pada media jenis liat lebih lebar daripada pasir.

Sistem irigasi tetes (disebut juga irigasi mikro atau irigasi *trickler*) merupakan sistem irigasi yang paling efisien dibandingkan sistem irigasi lainnya, seperti irigasi curah/tebar/*sprinkler* atau irigasi konvensional/permukaan.

Irigasi tetes belum banyak digunakan secara luas di Indonesia. Kelangkaan ini dikarenakan perlengkapannya sulit diperoleh di pasaran sehingga harus impor. Investasinya juga relatif cukup mahal. Untuk mengurangi ketergantungan pada peralatan impor, perlu dirancang sistem irigasi tetes menggunakan bahan lokal dengan kemampuan teknis yang dapat bersaing dengan produk impor.

Irigasi tetes umumnya digunakan pada tanaman hortikultura (buah-buahan, sayuran, tanaman obat, dan tanaman hias). Irigasi tetes biasa digunakan pada daerah dengan kelangkaan air permanen, topografi lahan yang tidak beraturan dengan drainase relatif buruk, tanah yang mempunyai kecepatan infiltrasi yang rendah, seperti tanah liat dan tanaman berada pada pelindung plastik atau *Greenhouse*.

Sebagai sebuah sistem, irigasi tetes memiliki keunggulan dan kelemahan. Berikut adalah keunggulan dan kelemahan sistem irigasi tetes.

A. Keunggulan Irigasi Tetes

- 1) Menghemat tenaga kerja.
- 2) Relatif mudah untuk dirancang-bangun/diaplikasikan, bersifat permanen, dan dapat dioperasikan secara otomatis.

- 3) Hasil panen yang tinggi. Kadar air yang konstan, akibat pemberian air dari tetesan yang cukup sering, menyebabkan hasil panen yang lebih tinggi dibanding dengan irigasi konvensional, yaitu 10%–20% (Meijer, 1989). Untuk tanah yang miskin hara, larutan nutrisi dapat dengan mudah dikontrol, dan dicampurkan ke dalam air irigasi sehingga hasilnya lebih tinggi dibandingkan irigasi konvensional.
- 4) Efisiensi penggunaan air yang lebih baik karena tingkat evaporasi lebih rendah (mulsa). Distribusi air dengan irigasi tetes lebih baik daripada irigasi *sprinkler* dan irigasi permukaan. Dibandingkan irigasi *sprinkler*, irigasi tetes lebih sesuai untuk daerah yang banyak angin.
- 5) Mengurangi kegiatan penyemprotan pestisida dan insektisida. Hal ini dikarenakan bagian batang dan daun-daunnya tidak terkena air irigasi (berlawanan dengan irigasi *sprinkler*) sehingga pestisida/insektisida pada bagian tersebut tidak tercuci.
- 6) Mengurangi pertumbuhan gulma karena hanya sebagian permukaan tanah yang dibasahi, yaitu di sekitar daerah perakaran (rizosfer).
- 7) Keseimbangan input pupuk dan daya serap (absorpsi) akar dapat dikontrol. Pupuk yang berbentuk cairan dapat disalurkan melalui irigasi tetes sehingga dapat mengurangi kebutuhan tenaga kerja.
- 8) Tidak terbentuk aliran air pada permukaan tanah. Tanah yang memiliki laju infiltrasi yang rendah (liat atau lempung), bila diairi dengan irigasi sistem *sprinkler* atau gravitasi, akan menimbulkan aliran air pada permukaan tanah. Pada kedua sistem tersebut, daerah rembesan air ke dalam tanah secara horizontal lebih lebar sehingga konsumsi air menjadi lebih banyak.
- 9) Tenaga pompa untuk menekan air lebih kecil dibandingkan sistem *sprinkler* sehingga lebih menghemat energi.

- 10) Irigasi tetes dapat beroperasi siang dan malam, dan air dapat didistribusikan pada daerah yang luas.

B. Kelemahan Irigasi Tetes

- 1) Penyumbatan *emitter*/penetes. Hal ini akan mengurangi efektivitas kerja sistem dan tentu saja akan mengganggu pertumbuhan tanaman. Untuk menghindari penyumbatan, air yang akan digunakan pada sistem irigasi tetes harus difiltrasi.
- 2) Mengawasi operasional *emitter* di lahan yang luas cukup sulit dan memakan waktu.
- 3) Irigasi tetes kurang baik untuk tujuan perkecambahan tanaman/persemaian dibandingkan irigasi *sprinkler*.
- 4) Akumulasi garam pada zona akar. Garam terakumulasi pada bagian tepi dan permukaan air irigasi di dalam/permukaan tanah. Hujan yang ringan akan mendorong garam tersebut dari permukaan ke dalam zona akar sehingga mengganggu pertumbuhan tanaman.
- 5) Modal investasi yang relatif lebih tinggi pada lahan budi daya sistem irigasi tetes dibandingkan sistem irigasi *sprinkler* atau gravitasi.
- 6) Dalam beberapa situasi, irigasi tetes kurang dapat digunakan, misalnya pada tanah yang berpasir, rembesan air di dalam tanah secara horizontal kurang terpenuhi. Pada perlakuan persemaian yang membutuhkan *emitter* cukup banyak, lebih baik menggunakan *sprinkler*-mikro atau mikro jet.
- 7) Diperlukan sumber daya petani yang mampu mengoperasikan alat.

C. Jenis-Jenis Irigasi Tetes

Ada beberapa jenis irigasi tetes yang digunakan dalam pengembangan dan implementasi teknologi irigasi hemat air oleh Pusat Pengembangan Teknologi Tepat Guna-Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI). Pada awal kegiatan pemanfaatan teknologi irigasi hemat air untuk budi daya tanaman hortikultura sayuran dan buah-buahan digunakan irigasi tetes eks impor seperti yang dapat dilihat pada Gambar 9 dan 10. Selain itu, ada juga sistem irigasi tetes menggunakan sistem yang airnya mengalir/menetes dari pipa utama tanpa menggunakan pipa lateral dan *emitter*.

Kelengkapan irigasi tetes eks impor di luar sistem pemompaan air, misalnya pipa utama, pipa lateral, pipa distribusi, dan *emitter*/penetes, dapat dilihat pada Gambar 11. Pada Gambar 12, dapat dilihat sebagian besar *fitting* (soket penyambung, sambungan Te, dan sejenisnya) dan detail set irigasi tetes eks impor.



Sumber Foto: Tribowo (2017)

Gambar 9. Penetes Irigasi Tetes Eks Impor



Sumber: LCDR Irrigation & Water System (2017)

Gambar 10. Tipe Lain Penetes Eks Impor



Sumber: Green Acres Nursery (2017)

Gambar 11. Set Irigasi Tetes Eks Impor



Sumber: Drip Irrigation Zone (2014)

Gambar 12. *Fitting* dan Detail Set Irigasi Tetes Eks Impor

Berikut ini adalah penjelasan untuk Gambar 12:

Baris pertama (dari kiri ke kanan):

- 1) *Drippers w/coupler and plug* adalah penetes yang dapat dipasang dan dilepas/kopel sehingga mempermudah dalam membersihkan kotoran dari alur tempat air mengalir.
- 2) *Adjustable dripper stakes* adalah penetes yang dilengkapi dengan batang yang dapat dilalui air yang menetes. Batang ini dapat ditancapkan di mana saja pada permukaan media tanam.

- 3) *Pressure compensating 2 GPH drippers* (penulis belum melihat wujud fisiknya) diperkirakan adalah 2 buah penetes dalam satu rumah yang sama, dengan tekanan dan debit tetesan yang relatif sama untuk setiap penetes.
- 4) *Backflow prevention connector* adalah alat berupa katup berpegas yang berfungsi mencegah aliran air di dalam pipa berbalik arah.

Baris kedua (dari kiri ke kanan)

- 1) *Assorted ¼" vinyl tubing connectors* adalah soket penyambung antara pipa vinyl berukuran diameter ¼ inci.
- 2) *¼" in line drip tubing* adalah sistem penetes air dengan cara melubangi pipa dengan jarak tertentu antarlubang sepanjang pipa (*vinyl*) berdiameter ¼ inci.
- 3) *¼" vinyl couplers* adalah soket penghubung/penyambung antara pipa *vinyl* berdiameter ¼ inci dengan pipa *vinyl* berdiameter yang lebih besar dengan cara ditancapkan sampai menembus bagian dalam pipa.
- 4) *Irrigation clock/timer* adalah pengatur waktu operasional pemberian air irigasi tetes yang umumnya dihubungkan dengan saklar power suplai/listrik untuk menghentikan aliran air.

Baris ketiga (dari kiri ke kanan)

- 8) *Emitter* adalah istilah lain untuk penetes air irigasi sistem tetes.
- 9) *End or flush cap* adalah penutup pipa yang umumnya ada di bagian akhir pipa untuk menyetop aliran air yang ke luar dari pipa.
- 10) *Pressure regulator* adalah alat pengatur tekanan air yang umumnya mengurangi tekanan air yang tinggi di dalam pipa. Alat ini umumnya berisi pegas.
- 11) *Irrigation filter* adalah alat penyaring kotoran di air yang mengalir dalam pipa.

Pada tahap berikutnya dilakukan kegiatan *reverse engineering*, di mana perpipaannya menggunakan bahan PVC (pipa paralon). Pipa distribusi menggunakan pipa plastik *waterpas* atau yang umum digunakan untuk aerasi di dalam akuarium ikan hias. Untuk penetes digunakan sekrup ulir (Gambar 13). Penggunaan irigasi tetes dengan penetes sekrup untuk budi daya tanaman paprika (Tribowo, 2000a) dapat dilihat pada Gambar 14.

Karena penetes sekrup mudah berkarat, penetes dibuat dari bahan pipa plastik *water pas* yang dililitkan sehingga menyerupai ulir sekrup, dan dimasukkan ke dalam bagian akhir pipa distribusi. Penetes dilengkapi kawat seng ukuran diameter 3 mm sepanjang 10



Sumber Foto: Tribowo (2000)

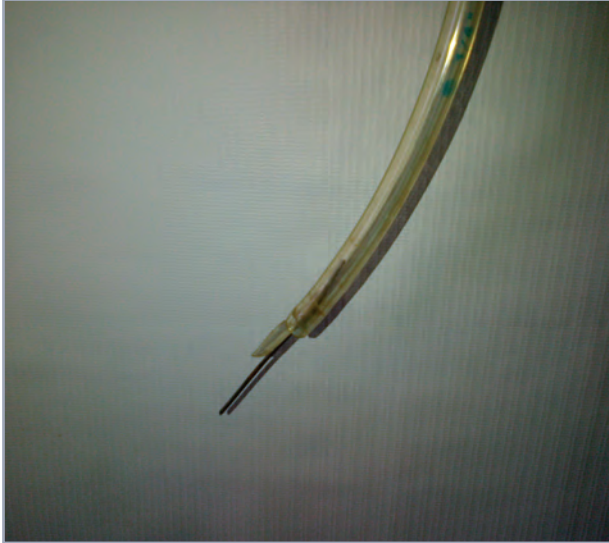
Gambar 13. Penetes/*Emitter* Tipe Sekrup



Sumber Foto: Tribowo (2000)

Gambar 14. Media Tanah di Dalam Polybag dan Ditempatkan di Dalam *Greenhouse* dengan Irigasi Tetes *Emitter* Sekrup untuk Tanaman Paprika

sampai dengan 15 cm. Kawat seng dimasukkan ke dalam ulir plastik yang berfungsi sebagai penyangga ditancapkan ke dalam media tanam (Tribowo & Hidayat, 2005). *Emitter*/penetes jenis ini dinamakan *emitter*/penetes tipe ulir plastik (Gambar 15 dan 16).



Sumber Foto: Tribowo (2017)

Gambar 15. Penetes Ulir Plastik



Sumber Foto: Tribowo (2005)

Gambar 16. Irigasi Tetes dengan Penetes Ulir Plastik yang Dikombinasikan dengan Mulsa untuk Meningkatkan Efisiensi Penggunaan Air

D. Tahapan Perancangan dan Analisis Prainstalasi

Sebagaimana pada sistem usaha tani lainnya, sebelum perangkat irigasi tetes dipasang di lahan pertanian diperlukan tahapan-tahapan perancangan dan analisis data lingkungan. Tahapan-tahapan ini memerlukan perhitungan yang cermat agar diperoleh hasil operasional yang optimal, efektif, efisien, dan biaya investasi yang optimal pula.

Perancangan irigasi tetes terdiri dari:

- 1) perancangan kalender tanam dan pola tanam,
- 2) perhitungan kebutuhan air irigasi pada tingkat tanaman (modulus irigasi),
- 3) perhitungan maksimum interval irigasi,
- 4) perhitungan maksimum lama penyiraman tiap *emitter*/penetes,
- 5) perhitungan kebutuhan debit dan daya pompa untuk operasional sistem irigasi, dan
- 6) pembuatan tata kala rotasi pemberian air.

Perhitungan kebutuhan air irigasi pada tingkat tanaman (modulus irigasi) terdiri dari:

- 1) penentuan kalender tanam,
- 2) paket informasi data klimatologi,
- 3) penentuan besarnya keperluan air bagi tanaman,
- 4) mengetahui suplai air secara alamiah, dan
- 5) penentuan besarnya keperluan air irigasi yang dikenal dengan istilah modulus irigasi dengan satuan liter/detik/hektare.

Untuk mendapatkan maksimum interval pemberian air irigasi, perlu perhitungan rata-rata laju deplesi kandungan air tanah, dan perhitungan total ketersediaan kandungan air dalam tanah yang siap digunakan. Untuk mengetahui maksimum lamanya penyiraman setiap *emitter*, diperlukan data dari modulus irigasi yang telah diketahui dari hasil perhitungan sebelumnya, dan data dari spesifikasi *emitter* itu sendiri.

Besarnya kebutuhan debit dan daya pompa untuk mengoperasikan penetasan dipengaruhi besarnya kehilangan tekanan air pada pipa distribusi karena friksi dan debit pancaran airnya dari nozel *emitter*/penetes, besarnya kehilangan tekanan air pada pipa transmisi distribusi karena friksi dan debit aliran airnya, besarnya kehilangan tekanan air pada pipa transmisi karena friksi, dan besarnya kehilangan tekanan air karena sambungan, belokan pipa, dan sejenisnya yang sering disebut *fittings*.

Penentuan tata kala rotasi pemberian air irigasi memerlukan data maksimum lamanya penyiraman tiap *emitter*. Data ini didapatkan pada saat tanaman mencapai puncaknya dalam pemenuhan kebutuhan airnya yang terjadi saat musim kering.

E. Perancangan Kalender Tanam dan Pola Tanam

Kalender tanam adalah suatu peta yang berisikan informasi tentang waktu tanam untuk menghasilkan produk tanaman secara optimal. Kalender tanam berisi informasi tentang periode tanam benih/bibit sampai dengan pemanenan dari tanaman tertentu pada zona spesifik agroekologi tempat tanaman tersebut dibudidayakan. Di dalamnya juga ada informasi tentang laju penanaman benih/bibit dan pekerjaan bercocok-tanam yang utama (FAO, 2015). Sementara itu, pola tanam adalah suatu cara pengaturan urutan tanam (monokultur atau polikultur) pada sebidang lahan dalam satu tahun atau lebih, termasuk masa pengolahan tanah. (Digital Repositori Unila, 2017)

Perancangan kalender tanam dan pola tanam, baik monokultur maupun polikultur pada lahan pertanian yang sudah ditentukan, sangat penting untuk dilakukan dengan cermat guna mendapatkan *output* produk budi daya tanaman yang optimal. Dalam kaitannya dengan manajemen air irigasi, perancangan tersebut juga dapat

mengoptimalkan jumlah air yang perlu diberikan untuk keperluan hidup tanaman maupun dalam pengolahan tanah untuk lahan pertanian.

Untuk menyusun contoh perancangan dan analisis kalender tanam dan pola tanam, dari beberapa lokasi kegiatan implementasi teknologi irigasi hemat air hasil rekayasa Pusat Pengembangan Teknologi Tepat Guna-LIPI, lokasi yang dipilih adalah Eks-Kebun UPT Balai Bahan Olahan Kimia-LIPI di Desa Purwotani, Kecamatan Tanjung Bintang, Kabupaten Lampung Selatan, Provinsi Lampung (Gambar 17). Lahan budi daya tanaman hortikultura seluas 20 hektare

Tabel 2. Keadaan air Berdasarkan Selisih Antara Curah Hujan dan Evapotranspirasi di Kabupaten Lampung Selatan

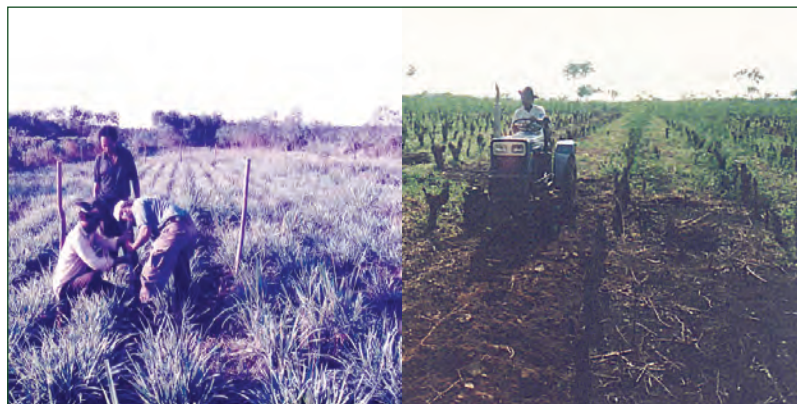
	No	Des	Jan	Fe	Ma	Ap	Me	Jun	Jul	Ag	Sep	Ok
R (50%) mm	215	265	375	335	253	188	124	92	79	70	104	86
ETo mm	96	99	99	90	127	120	125	117	121	133	129	127
Neraca				ETo < R							ETo > R	
Keadaan air				Melimpah			Margin				Kurang	

Keterangan:

R (50%) : curah hujan rata-rata bulanan.

ETo : evapotranspirasi rata-rata bulanan.

Sumber: Tribowo & Sudaryanto (1996)



Sumber Foto: Tribowo (1997)

Gambar 17. Lahan Budi Daya Tanaman Hortikultura di Desa Purwotani, Lampung

Tabel 3. Perancangan Kalender Tanam dan Pola Tanam Cabai, Tomat, Pisang, Nanas, dan Anggur

a. Cabai

	No	Des	Jan	Feb	Ma	Ap	Me	Jun	Jul	Ag	Sep	Ok
0%	Tan	Tan				Pa	Tan	Tan				Pa
Fraksi	an	an				nen	an	an				nen
Lahan	Be	Bi				Ak	Be	Bi				Ak
100%	nir	bit				hit	nir	bit				hit

b. Tomat

	No	Des	Jan	Feb	Ma	Ap	Me	Jun	Jul	Ag	Sep	Ok
0%	Tan	Tan				Pa	Tan	Tan				Pa
Fraksi	an	an				nen	an	an				nen
Lahan	Be	Bi				Ak	Be	Bi				Ak
100%	nir	bit				hit	nir	bit				hit

c. Anggur

	No	Des	Jan	Feb	Ma	Ap	Me	Jun	Jul	Ag	Sep	Ok
0%	Tan					Pa					Pa	
Fraksi	an					nen					nen	
Lahan	Be					Pa					Pa	
100%	bit					ng					ng	
						kas					kas	

d. Pisang

	No	Des	Jan	Feb	Ma	Ap	Me	Jun	Jul	Ag	Sep	Ok
0%	Tan											Pa
Fraksi	an											nen
Lahan	Be											Per
100%	bit											ta
												ma

e. Nanas

	No	Des	Jan	Feb	Ma	Ap	Me	Jun	Jul	Ag	Sep	Ok
0%	Tan										Pa	
Fraksi	an										nen	
Lahan	Be										Per	
100%	bit										ta	
											ma	

ini mempunyai kemiringan lahan dari arah selatan ke utara rata-rata 2,7%, sedangkan dari arah barat ke timur rata-rata 1,5% (Sudaryanto dkk., 1994; Tribowo, 1997b). Sejumlah data sekunder, meliputi iklim dan lingkungan setempat, diperoleh dari instansi pemerintah di Kabupaten Lampung Selatan.

Dari selisih antara curah hujan rata-rata bulanan dan evapotranspirasi rata-rata bulanan di Lampung Selatan, didapatkan keadaan air seperti yang disajikan pada Tabel 2.

Berdasarkan keadaan air pada lahan yang akan dibudi dayakan, dirancang suatu kalender tanam yang disesuaikan dengan pola tanam dari tanaman hortikultura. Tanaman yang dipilih adalah cabai, tomat, pisang, nanas, dan anggur (Tabel 3), dengan asumsi bahwa masa tanam/panen untuk budi daya cabai, tomat, pisang, anggur, dan nanas adalah 15 hari dengan luasan lahan yang relatif sama untuk masing-masing tanaman, yaitu sekitar 4 hektare.

F. Perhitungan Kebutuhan Air Irigasi pada Tingkat Tanaman (Modulus Irigasi)

Lahan tempat perancangan irigasi tetes memiliki tekstur pasir sedang lempungan sampai kedalaman 5 m (Ashadi dkk., 1994; Dijkerman, 1981). Untuk lapisan atas (0–25cm) diambil angka kadar air titik layu 18% dan kadar air kapasitas lapang 38%. Pada kedalaman 25–100 cm, di mana akar tanaman masih dapat dijumpai, diambil angka kadar air titik layu 16% dan kadar air kapasitas lapang 34% (Tribowo, 1989; Koorevaar, 1983). Besarnya kadar air tanah setiap kedalaman selang 25 cm dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hubungan antara Keadaan Jumlah Kadar Air Tanah dan Kedalaman Tanah di Eks Lahan UPT-BBOK LIPI Lampung

Profil tanah cm	θ_{WP} V%	θ_{FC} V%	AM V%	AM mm	θ_i V%	Si Mm
0–25	18	38	20	50	18	50
25–50	16	34	18	45	26	20
50–75	16	34	18	45	34	-
75–100	16	34	18	45	34	-
				185		70

Keterangan: θ_{WP} : kadar air titik layu
 θ_{FC} : kadar air kapasitas lapang
 AM : kadar air yang dapat digunakan
 θ_i : kadar air awal
 Si : awal pemberian air

Sumber: Dikembangkan dari laporan survei di Lahan UPT-BBOK LIPI Lampung, Tim Alsintani, BPTTG-P3FT (1994)

Perhitungan kebutuhan air irigasi untuk setiap tanaman (cabai, tomat, anggur, pisang, dan nanas) di lokasi/modulus irigasi melalui tahapan sebagai berikut.

1. Penentuan Kalender Tanam

Dari kalender tanam dan angka faktor tanaman (K_c) dapat diketahui kebutuhan air yang diperlukan (Doorenbos dkk., 1979; Doorenbos dkk., 1984). Untuk angka 70 (mm) pada Tabel 5, kebutuhan air (*Spec. req: special requirement*) umumnya diberikan setelah sekian lama tidak diberikan air irigasi, seperti pada awal pengolahan lahan dan setelah panen. Angka perkiraan tersebut berdasarkan angka-angka pada Tabel 4 yang dilambangkan sebagai Si (awal pemberian air). Di bawah ini (Tabel 5) kalender tanam untuk tanaman cabai.

Tabel 5. Kalender Tanam untuk Cabai Termasuk Fraksi Periode (a: area, t: waktu)

Periode Hari	No 30	Des 31	Jan 31	Feb 28	Ma 31	Ap 30	Me 31	Jun 30	Jul 31	Ag 31	Sep 30	Ok 31
Tahap pertumbuhan a (fraksi)	be-nih	awal	tum-buh	ten-gah	akhir	pa-nen	be-nih	awal	tum-buh	ten-gah	akhir	pa-nen
t (fraksi)												
Kc Periode	0,3	0,4	0,8	1,1	0,9	0,7	0,3	0,4	0,8	1,1	0,9	0,7
Spec.req mm		70						70				

Keterangan: Kc : faktor tanaman
Spec.req.: kebutuhan air yang diperlukan

2. Data Klimatologi

Selanjutnya, diperlukan data klimatologi meliputi potensial evapotranspirasi (ET_o), curah hujan {R(50%)}, dan potensial efektif dari curah hujan (Pot.efektif) itu sendiri di Lampung Selatan seperti pada Tabel 6.

Tabel 6. Data Potensial Evapotranspirasi, Curah Hujan, dan Potensial Efektif Curah Hujan di Lampung Selatan

Periode	No	Des	Jan	Feb	Ma	Ap	Mei	Jun	Jul	Ag	Sep	Ok	
ET _o	mm	96	99	99	90	127	120	125	117	121	133	129	127
R(50%)	mm	215	265	375	335	253	188	124	92	79	70	104	86
Pot.efektif	%	75	65	65	65	65	70	70	75	75	85	80	75

Keterangan:
Pot. efektif %: persentase perkiraan jumlah curah hujan yang diserap tanah.

Sumber: Tribowo & Sudaryanto (1996)

3. Besarnya Keperluan Air

Besarnya keperluan air dapat diperoleh dengan menggunakan rumus:

$$WR=(ET_m \times a.t) + (s \times a) \quad ET_m = Kc \times ET_o$$

di mana:

WR : keperluan air

ET_m : maksimum evapotranspirasi

a : fraksi area pada Tabel 5

t : fraksi waktu pada Tabel 5

s : suplai air

K_c : faktor tanaman

ET_o : evapotranspirasi

Pada Tabel 7 dapat dilihat besarnya keperluan air setiap bulannya.

Tabel 7. Keperluan Air Setiap Bulan

Periode	No	Des	Jan	Feb	Ma	Ap	Mei	Jun	Jul	Ag	Sep	Ok	
ET _m	mm	29	40	79	99	114	84	38	47	97	146	116	89
ET _m x a.t	mm	29	40	79	99	114	84	38	47	97	146	116	89
S x a	mm		70						70				
WR	mm	29	110	79	99	114	84	38	117	97	146	116	89

4. Suplai Air secara Alamiah

Suplai air secara alamiah berasal dari curah hujan dan kandungan air tanah. Karena suplai air dari curah hujan relatif jauh lebih besar daripada kandungan air tanah, perhitungan suplai air hanya didapatkan dari curah hujan. Rumus yang digunakan adalah:

$$WS = R \cdot \text{eff.pot.} \times a \cdot t \quad R \cdot \text{eff.pot.} = R \cdot \text{Pot.Ef.}$$

di mana:

WS : suplai air alamiah

R.eff.pot. : potensial curah hujan efektif

Pot. Ef. : persentase jumlah curah hujan yang diserap tanah

R : curah hujan

Selanjutnya, jumlah suplai air alamiah setiap periode bulan dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Suplai Air Alamiah

Periode	No	Des	Jan	Feb	Ma	Ap	Mei	Jun	Jul	Ag	Sep	Ok
R.eff.pot. mm	161	172	244	218	164	132	87	69	59	60	83	65
R.e.p x a.t mm	161	172	244	218	164	132	87	69	59	60	83	65
WS mm	161	172	244	218	164	132	87	69	59	60	83	65

5. Besarnya Keperluan Air Irigasi (IR)

Besarnya keperluan air irigasi (IR) dihitung berdasarkan selisih dari besarnya keperluan air dengan suplai air secara alamiah.

$$IR = WR - WS$$

Jumlah keperluan air irigasi dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Keperluan Air Irigasi

Periode	No	Des	Jan	Feb	Ma	Ap	Mei	Jun	Jul	Ag	Sep	Ok
IR mm	-	-	-	-	-	-	-	48	38	86	33	24
T irigasi hari	30	31	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31
IR mm/hari	-	-	-	-	-	-	-	1,6	1,2	2,8	1,1	,8

6. Modulus Irigasi (qo)

Modulus irigasi (qo) merupakan jumlah keperluan air irigasi pada tingkat tanaman dengan satuan liter/detik/hektare seperti pada Tabel 10.

$$qo = IR \text{ (mm/hari)} \times 0,116 \text{ (l/d/h)} \\ \text{(mm/hari)}$$

Tabel 10. Modulus Irigasi dan Kebutuhan Air pada Tingkat *emitter*

Periode	No	Des	Jan	Feb	Ma	Ap	Mei	Jun	Jul	Ag	Sep	Ok
qo l/d/ha	-	-	-	-	-	-	-	0,19	0,14	0,32	0,13	0,10
ea %	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
qo fld. l/d/ha	-	-	-	-	-	-	-	0,21	0,15	0,36	0,14	0,11

Keterangan:

ea : efisiensi air irigasi tetes pada tahap lahan tanaman yang disebabkan oleh kehilangan air karena penguapan selama pencurahan air, dan kehilangan air karena perkolasi dalam Meijer (1989)

qo fld. : kebutuhan air irigasi pada tingkat nozel Emitter (penetes)

Modulus irigasi terbesar terjadi pada bulan Agustus, di mana diperlukan air sebesar 0,32 liter/detik/hektare atau 2,8 mm/hari.

Dengan efisiensi (ea) 90%, kebutuhan air irigasi yang diperlukan dari *emitter* (penetes) adalah 0,36 liter/detik/hektare atau 3,10 mm/hari.

G. Perhitungan Maksimum Interval Irigasi

Penentuan interval irigasi yang optimal sangat diperlukan, terutama pada saat puncak musim kemarau di mana debit air irigasi yang diberikan mencapai puncaknya. Tahapan perhitungan interval irigasi adalah:

1. Menghitung Rata-rata Laju Deplesi Kandungan Air Tanah

$$qd = ETm - R \text{ eff.pot.} + qp - qc$$

di mana:

- qd : rata-rata laju deplesi
- ETm : maksimum evapotranspirasi
- R eff.pot. : potensial curah hujan efektif
- qp : laju perkolasi
- qc : laju kapilari

Rata-rata laju deplesi setiap periode bulan dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Rata-rata Laju Deplesi

Periode	No	Des	Jan	Feb	Ma	Ap	Mei	Jun	Jul	Ag	Sep	Ok	
ETm	mm	29	40	79	99	114	84	38	47	97	146	116	89
ETm	mm/hari	0,97	1,29	2,55	3,54	3,68	2,8	1,23	1,57	3,13	4,71	3,87	2,87
R.eff.pot.	mm	161	172	244	218	164	132	87	69	59	60	83	65
R.ef.p.	mm/hari	5,37	5,55	7,87	7,79	5,29	4,4	2,81	2,3	1,9	1,94	2,77	2,1
qp	mm/hari	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
qc	mm/hari	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
qd	mm/hari	-	-	-	-	-	-	-	-	1,23	2,77	1,1	0,77

2. Menghitung Total Ketersediaan Kandungan Air Tanah yang siap digunakan

$$\text{TRAM} = \text{AM} \times \text{P} \times \% \text{Kebasahan Tanah}$$

di mana:

TRAM : total ketersediaan kandungan air tanah

AM : kandungan air tanah yang dapat digunakan berdasarkan Tabel 3.

P : fraksi depleksi kandungan air tanah (Doorenbos dkk., 1984).

Total ketersediaan kandungan air dalam tanah dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12. Total Ketersediaan Kandungan Air Dalam Tanah yang Siap Digunakan

Periode	No	Des	Jan	Feb	Ma	Ap	Mei	Jun	Jul	Ag	Sep	Ok
D eff .	mm	70	200	500	750	750	750	70	200	500	750	750
AM	mm	14	40	95	140	140	140	14	40	95	140	140
P		0,58	0,57	0,46	0,38	0,37	0,44	0,57	0,56	0,42	0,31	0,36
%Tanah basah		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
TRAM	mm	8,12	22,8	43,7	53,2	51,8	61,6	7,98	22,4	39,9	43,4	50,4

Keterangan :

D eff.: kedalaman efektif akar tanaman

3. Maksimum Interval Irigasi (ni max.)

$$\text{ni max.} = \text{TRAM} : \text{qd}$$

Hasil perhitungan interval irigasi setiap periode bulan disajikan pada Tabel 13. Dari angka interval irigasi didapatkan bahwa pada bulan Agustus terjadi interval yang paling pendek, yaitu 16 hari. Dengan demikian, perancangan sistem irigasinya berdasarkan pada 16 hari interval irigasi tersebut. Interval irigasi yang digunakan harus lebih kecil atau sama dengan 16 hari interval pemberian air irigasi.

Tabel 13. Maksimum Interval Irigasi

Periode	No	Des	Jan	Feb	Ma	Ap	Mei	Jun	Jul	Ag	Sep	Ok
ni max.	hari	-	-	-	-	-	-	-	32	16	46	78

Dari angka maksimum interval irigasi pada Tabel 13 dan angka keperluan air irigasi pada Tabel 9 diketahui bahwa pada bulan Juni sampai dengan bulan Oktober diperlukan air irigasi untuk tanaman yang dibudi dayakan. Dalam hal ini, teknologi pemberian air irigasi menggunakan teknologi irigasi tetes.

H. Modul dan Interval Irigasi Tanaman Tomat, Anggur, Pisang, dan Nanas

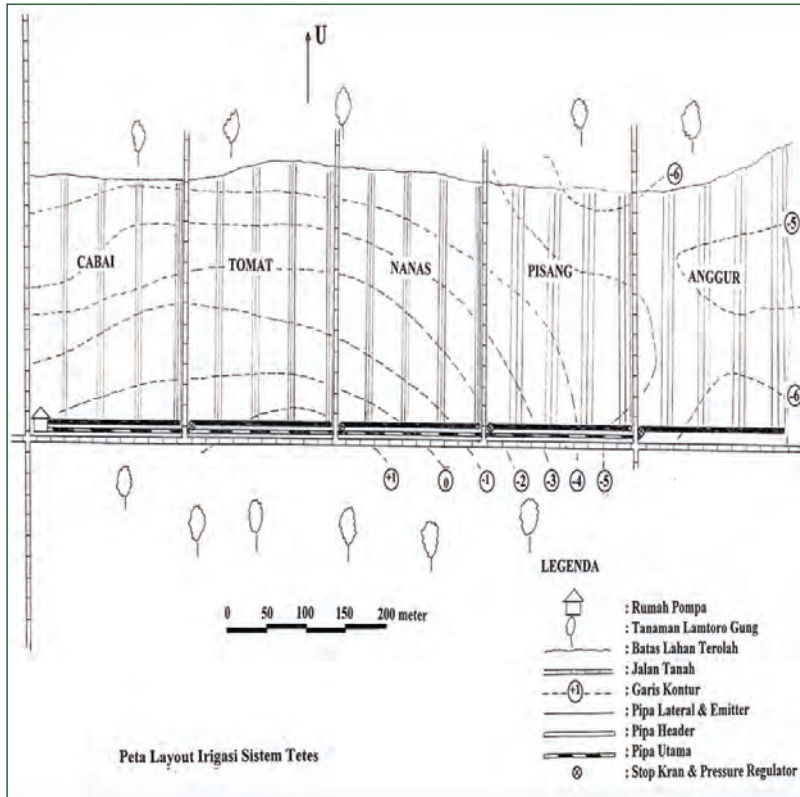
Selanjutnya perhitungan air irigasi pada tingkat tanaman/modulus irigasi dan perhitungan interval irigasi untuk tanaman tomat, anggur, pisang, dan nanas mengikuti prosedur yang sama seperti untuk tanaman cabai. Langkah-langkah perhitungan dapat dilihat pada Lampiran A1 s/d D2.

I. Maksimum Lama Penetesan *Emitter*

Untuk perhitungan maksimum lama penetesan *emitter* perlu dibuat peta *layout* (Gambar 18) dari tata-letak pipa lateral dan pipa *header* termasuk *emitter*. Perhitungan pada tahap pertama dilakukan pada lahan cabai, dilanjutkan dengan lahan tanaman lainnya.

1. Cabai

Emitter yang digunakan dipilih dari yang memiliki debit tetesan 2 liter/jam pada tekanan 10 meter kolom air (Meijer, 1989). Keperluan air irigasi pada *emitter* adalah 3,10 mm/hari (Tabel 10). Dengan melihat nilai maksimum interval irigasi (Tabel 13) dan *layout* irigasi tetes (Gambar 18 dan Gambar 19), di mana lahan seluas 20 hektare dibagi menjadi 5 bagian, dengan luas rata-rata 4 hektare masing-masing untuk tanaman cabai, tomat, nanas, pisang, dan anggur, interval irigasi yang digunakan adalah setiap 5 hari sekali diberi air irigasi.

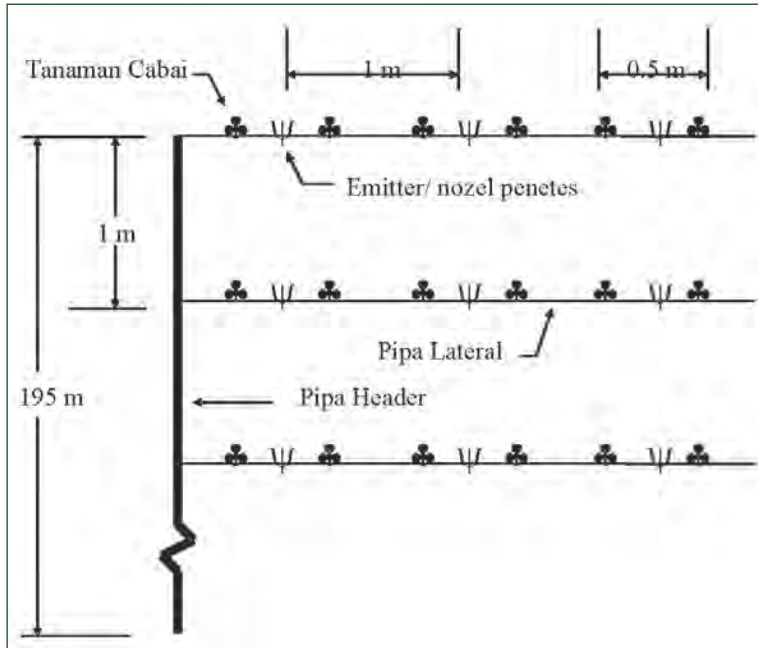


Sumber: Tribowo (1998a)

Gambar 18. Peta *Layout* Irigasi Tetes

Interval pemberian air irigasi sebesar 5 (lima) hari sekali diberi air irigasi adalah bersifat fleksibel. Artinya, interval pemberian air irigasi dapat lebih kecil dari 5 hari, misalnya $\frac{1}{2}$ hari sekali atau 2 kali pemberian dalam satu hari (pagi dan sore hari). Hal ini dilakukan bila tanaman yang dibudi dayakan masih berusia muda dan curah hujan tidak mencukupi untuk pertumbuhannya.

Dengan demikian, tinggi air irigasi yang diberikan adalah $3,10 \text{ mm/hari} \times 5 \text{ hari} = 15,5 \text{ mm}$. Dengan persentase kebasahan tanah



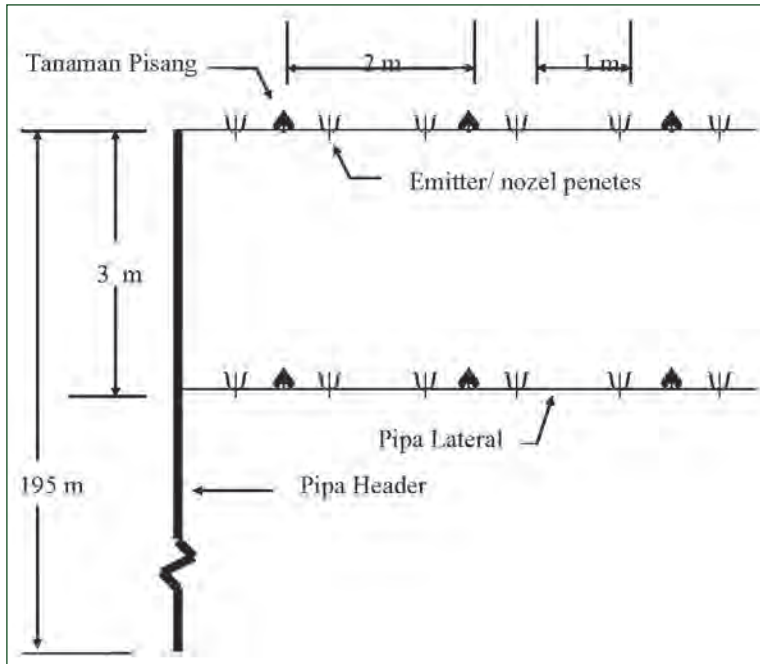
Sumber: Tribowo (1998a)

Gambar 19. Layout Pipa Lateral dan Pipa Header pada Irigasi Tetes Tanaman Cabai

akibat penetasan air oleh *emitter* rata-rata 100% dan jarak penempatan *emitter* 1 m x 1 m (Meijer, 1989), volume air pada tanah basah karena penetasan adalah $1 \text{ m}^2 \times 15,5 \text{ mm} = 15,5 \text{ liter}$. Lama waktu pemberian air irigasi untuk tanaman cabai adalah $15,5 \text{ liter} : 2,0 \text{ l/jam} = 7 \text{ jam } 45 \text{ menit}$. Tanaman tomat dan nanas memiliki jarak tanam yang sama seperti cabai sehingga perhitungan lama waktu pemberian air irigasinya sama.

2. Pisang

Emitter yang digunakan dipilih dari yang memiliki debit tetesan 2 liter/jam pada tekanan 10 meter kolom air (Meijer, 1989). Keperluan air irigasi pada *emitter* adalah 0,46 liter/detik/hektare atau 3,97 mm/hari. Dengan melihat maksimum interval irigasi tanaman pisang



Sumber: Tribowo (1998a)

Gambar 20. Layout Pipa Lateral dan Pipa Header pada Irigasi Tetes Tanaman Pisang

(Lampiran) dan *layout* tetes (Gambar 20), di mana lahan seluas 20 hektare dibagi menjadi 5 bagian dengan luas rata-rata 4 hektare masing-masing untuk tanaman cabai, tomat, nanas, pisang, dan anggur, interval irigasi yang digunakan adalah setiap 5 hari sekali diberi air irigasi. Dengan demikian, tinggi air irigasi yang diberikan adalah $3,97 \text{ mm/hari} \times 5 \text{ hari} = 19,85 \text{ mm}$. Dengan persentase kebasahan tanah akibat penetasan air oleh *emitter* rata-rata 40% dan jarak penempatan *emitter* $1 \text{ m} \times 3 \text{ m}$ (Meijer, 1989), volume air pada tanah basah karena penetasan adalah $3 \text{ m}^2 \times 0,40 \times 19,85 \text{ mm} = 23,82 \text{ liter}$. Lama pemberian air irigasi untuk tanaman pisang adalah $23,82 \text{ liter} : 2 \text{ l/jam} = 11 \text{ jam } 55 \text{ menit}$. Perhitungan serupa dilakukan terhadap anggur dengan jarak tanam yang sama seperti jarak tanam pisang.

J. Kebutuhan Debit dan Daya Pompa untuk Operasional Irigasi Tetes

Untuk perhitungan kebutuhan debit dan daya pompa perlu dibuat peta *layout* tata-letak perpipaan, termasuk pompa dan *emitter*. Peta *Layout* perpipaan dapat dilihat pada Gambar 18. Perhitungan pada tahap pertama dilakukan pada lahan cabai, dilanjutkan dengan lahan tanaman lainnya. Beda tinggi permukaan lahan turut memengaruhi *head*/tekanan pada tetes.

Kehilangan tekanan pada perpipaan karena friksi, pengaruhnya terhadap debit air yang mengalir, dan kebutuhan daya pompa dihitung secara bertahap dimulai dari pipa lateral beserta *emitter*, pipa *header*, pipa utama, dan *fittings* (sambungan, belokan, reduktor).

Debit tetesan air pada *emitter* yang terletak pada awal pipa lateral lebih besar daripada tetesan air *emitter* yang terletak pada akhir pipa lateral. Ini mengakibatkan kehilangan tekanan air pada pipa yang dipasang *emitter* lebih kecil daripada tekanan air pada pipa tanpa *emitter*.

Bila rasio tekanan air suatu *emitter* adalah perbandingan antara tekanan air pada *emitter* itu (p) dengan tekanan air *emitter* lainnya (p_0) pada pipa lateral yang sama, dan bila rasio debit tetesannya adalah perbandingan antara debit tetesan pada *emitter* itu (q) dengan debit tetesan pada *emitter* lainnya (q_0), maka persamaan debit tetesan dengan tekanan *emitter* adalah:

$$q/q_0 = (p/p_0)$$

Variasi dari debit tetesan *emitter* tergantung dari spesifikasi nilai eksponen (u) *emitter* itu sendiri. Pada umumnya, perbedaan tekanan air tidak melebihi 20% antara tekanan air *emitter* pada awal pipa lateral dan tekanan air *emitter* pada akhir pipa lateral yang sama, sudah memenuhi syarat perancangannya di lapangan (Meijer, 1989; Tribowo, 2000b).

Karena distribusi debit tetesan dari *emitter* sepanjang pipa lateral berbentuk semi parabolik, persamaan persentase total kehilangan debit curahan (dQ/Q) dengan persentase kehilangan tekanan air (dH/H) adalah:

$$dQ/Q = 1/3 \times u \times dH/H$$

Pendekatan prosedur perhitungan untuk kehilangan tekanan air karena faktor friksi dan debit air yang menurun sepanjang pipa distribusi telah dikembangkan oleh Christiansen (Meijer, 1989) yang kemudian menjadi standar perhitungan. Pertama-tama, mengetahui kehilangan tekanan air di dalam pipa dengan debit air penuh sampai akhir pipa dengan menggunakan gambar grafik seperti pada Gambar 21.

Kemudian menggunakan Tabel 14 untuk mendapatkan angka Faktor F. Angka ini dikalikan dengan kehilangan tekanan air karena gesekan (*friction loss*) pada pipa (dengan debit aliran yang tetap dari awal hingga akhir pipa) untuk mendapatkan besarnya kehilangan tekanan air karena gesekan pada pipa dengan debit aliran yang berkurang sepanjang pipa (karena air keluar melalui lubang-lubang *outlet* pada pipa tersebut).

Untuk perhitungan kebutuhan debit dan daya pompa, perlu dibuat *layout* tata letak irigasi tetes, termasuk jarak *emitter* yang digunakan di antara tanaman. Perancangan irigasi tetes diimplementasikan pada lahan seluas 20 hektare. Interval pemberian air irigasi tetes dirancang untuk 5 hari sekali diberi air. Dengan demikian, setiap 4 hektare lahan dirancang memiliki 4 pipa *header*. *Layout* tata letak tetes dapat dilihat pada Gambar 18.

Selanjutnya, perhitungan dilakukan dengan melihat Tabel 15 (kehilangan tekanan minor untuk berbagai harga q , r , dan e) dan Gambar 21 (grafik kehilangan tekanan pada pipa lateral) serta Gambar 22 (grafik kehilangan tekanan pada pipa plastik dan asbestos semen).

Tabel 14. Faktor F untuk Pipa Lateral yang Dipasang *Emitter*

Jumlah Nozel <i>Emitter</i> pada pipa distribusi/lateral	Faktor F bila x sama dengan		Jumlah Nozel <i>Emitter</i> pada pipa distribusi/lateral	Faktor F bila x sama dengan	
	S_1	$\frac{1}{2} S_1$		S_1	$\frac{1}{2} S_1$
1	1,000	1,000	16	0,365	0,345
2	0,625	0,500	17	0,363	0,344
3	0,518	0,422	18	0,361	0,343
4	0,469	0,393	19	0,360	0,343
5	0,440	0,378	20	0,359	0,342
6	0,421	0,369	21	0,357	0,341
7	0,408	0,363	22	0,355	0,341
8	0,398	0,358	23	0,353	0,340
9	0,391	0,355	24	0,351	0,340
10	0,385	0,353	25	0,350	0,339
11	0,380	0,351	26	0,347	0,338
12	0,376	0,349	27	0,345	0,338
13	0,373	0,348	28	0,343	0,337
14	0,370	0,347	29	0,338	0,337
15	0,367	0,346	30	0,335	0,335

Keterangan:

$x = S_1$ bila Nozel *emitter* yang pertama berada pada pangkal pipa distribusi/lateral.

$x = \frac{1}{2} S_1$ bila Nozel *emitter* yang pertama tidak berada pada pangkal pipa distribusi/lateral.

Sumber: Meijer (1989)

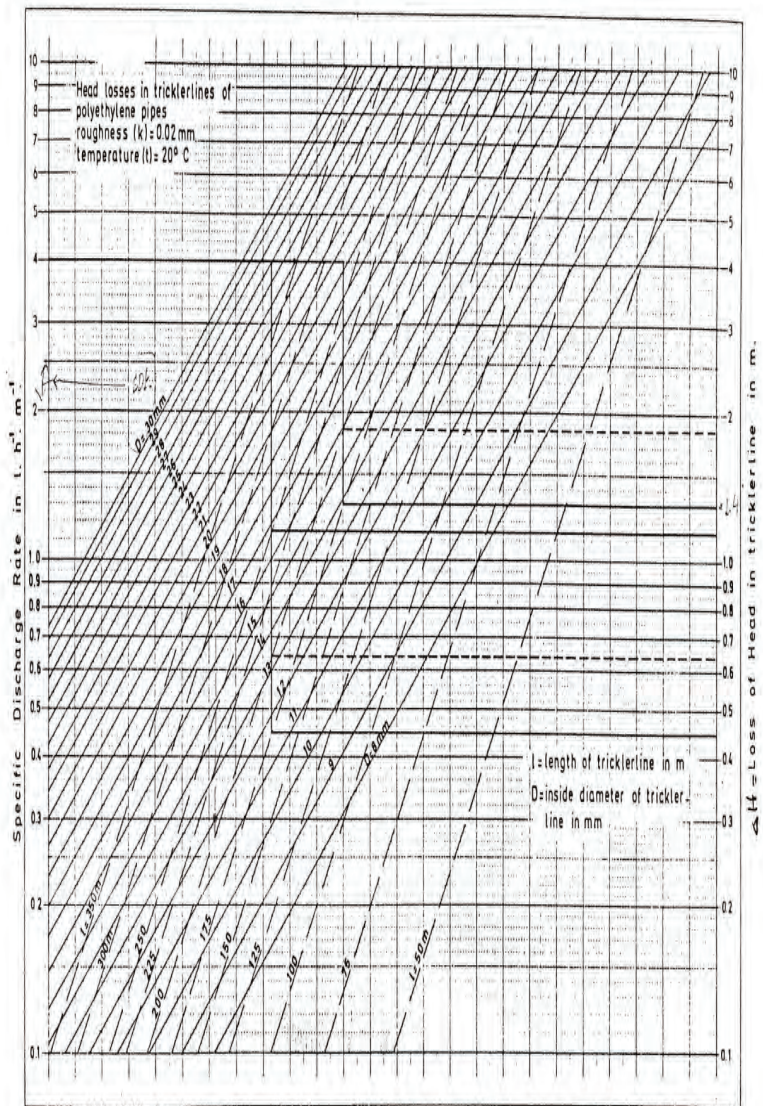
Tabel 15. Kehilangan Tekanan Minor DH (m) untuk Berbagai Harga q , r , dan e

Debit <i>Emitter</i>	Diameter Dalam Pipa Lateral Mm	Jumlah <i>Emitter</i> dalam Pipa Lateral				
		50	100	150	200	250
2 liter/ jam	8	0,06	0,52	1,76	4,18	8,13
	11	0,02	0,15	0,49	1,17	2,28
	13,8	0,00	0,06	0,20	0,47	0,91
	15	0,00	0,04	0,14	0,34	0,66
	17,2	0,00	0,02	0,08	0,19	0,38
	23,2	0,00	0,00	0,02	0,06	0,11

Sumber: Meijer (1989)

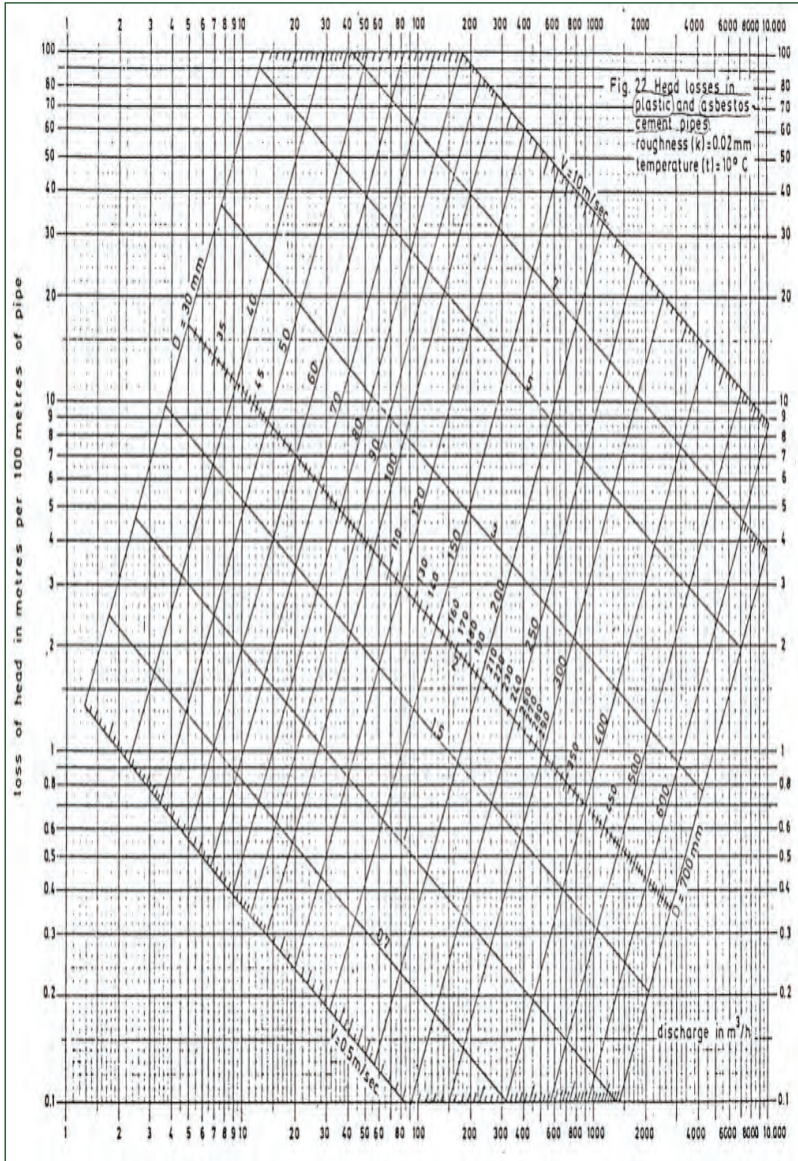
Gambar 21 merupakan grafik kehilangan tekanan air karena faktor friksi pada pipa lateral yang digunakan sebagai pendistribusi air ke setiap penetes yang ditempatkan sepanjang pipa lateral.

Gambar 22 merupakan grafik kehilangan tekanan air karena faktor friksi pada pipa *header* dan pipa utama. Pipa *header* digunakan



Sumber: Meijer (1989)

Gambar 21. Kehilangan Tekanan pada Pipa Lateral



Sumber: Meijer (1989)

Gambar 22. Kehilangan Tekanan pada Pipa Header dan Pipa Utama

sebagai pendistribusi air ke setiap pipa lateral yang ditempatkan sepanjang pipa utama.

SDR (*Spesifik Discharge Rate*) untuk *emitter* dengan debit tetesan 2 liter/jam adalah 2 liter/jam/meter. ID (*Inner Diameter*) *emitter* adalah 23,2 mm. Panjang *trickle line* (pipa lateral) (Gambar 23 dan 24) rata-rata 205 meter. *Emitter* yang digunakan dari jenis spiral *in line* yang memiliki nilai eksponen u : 0,756 (Meijer, 1989). Dari Tabel 14 diperoleh kehilangan tekanan minor 0,07 meter.



Sumber: Balson Polyplast (2017)

Gambar 23. Pipa Lateral Impor



Sumber Foto: Tribowo (2003)

Gambar 24. Pipa Lateral dan *Header* Bahan Lokal

$$\Delta H = 0,07/10 \times 100 \% = 0,7 \% ; \Delta Q = 1/3 \times 0,756 \times 0,7 = 0,18 \%$$

Kehilangan tekanan di pipa lateral dengan ID 25 mm menurut Gambar 21 adalah 0,3 m.

$$\Delta H = 0,3/10 \times 100 \% = 3 \% ; \Delta Q = 1/3 \times 0,756 \times 3 = 0,76 \%$$

Variasi debit tetesan dari manufaktur: 2,7 % (Meijer, 1989).

$$\Delta H (\text{pipa lateral} + \text{Emitter}) = 0,7 + 3 = 3,7 \%$$

$$\Delta Q (\text{pipa lateral} + \text{Emitter}) = 0,18 + 0,76 + 2,7 = 3,64 \%$$

Karena topografi yang berbeda (Gambar 5) dan persamaan $q = 1,29 H^{0,188}$ (spesifikasi *emitter*) di mana q : debit *emitter* dalam liter/jam dan H : besarnya tekanan dalam meter (Meijer, 1989), maka debit rata-rata *emitter* untuk lahan cabai adalah 2,06 liter/jam.

Q (debit) untuk 205 buah *emitter* sepanjang 205 meter pipa lateral adalah

$$205 \times 2,06 \text{ l/jam} \times 103,64 \% = 438 \text{ liter/jam.}$$

Pipa *header* yang digunakan dari bahan plastik PVC (Gambar 22) sepanjang 195 meter dengan diameter 200 mm.

Q (debit) pipa *header* dengan 196 buah pipa lateral: $196 \times 438 \text{ l/jam} = 85,85 \text{ m}^3/\text{jam}$.

Kehilangan tekanan di pipa *header* (Gambar 22): $0,3/100 \times 195 \text{ m} = 0,59 \text{ meter}$.

Pipa utama yang digunakan sama dengan pipa *header*, yaitu dari bahan plastik PVC sepanjang 820 meter dengan diameter 200 mm. Karena interval pemberian air untuk setiap lahan adalah 5 hari, dan lahan dibagi menjadi 5 bagian yang ditanami tanaman yang berbeda, maka setiap hari hanya 1 bagian lahan yang diairi dengan lama waktu penyiraman yang berbeda sesuai dengan kebutuhan tanaman. Volume air di pipa utama sama dengan volume air di pipa *header* (lahan anggur), yaitu $28,19 \text{ m}^3/\text{jam}$. Kehilangan tekanan di pipa utama karena mengairi lahan tanaman anggur/lahan terakhir: $0,06/100 \times 820 \text{ m} = 0,49 \text{ meter}$. Kehilangan tekanan karena friksi di pipa utama akan diimbangi oleh perbedaan topografi bahkan terlampaui.

Untuk dapat mengatur tekanan air sesuai keinginan dan tanpa memengaruhi debit air yang mengalir, diperlukan alat pengatur tekanan (*pressure regulator*) yang ditempatkan pada pangkal pipa *header*.

Tekanan dari suatu aliran air akan berkurang bila melewati belokan pipa, sambungan berbentuk *reducer* atau Te, atau kelengkapan perpipaan lainnya, seperti setop keran, saringan air, katup kaki, dan lain-lain. Besarnya kehilangan tekanan air karena hal tersebut dapat dilihat pada Tabel 16.

Kecepatan air pada pompa dan pipa utama (diameter 200 mm; debit 86,62 m³/jam): 0,19 m/detik; jumlah kehilangan tekanan karena *Fittings*: 0,01 m.

Kecepatan air pada pipa *header*: 0,19 m/detik; jumlah kehilangan tekanan menurut Tabel 15 dapat diabaikan. Total kehilangan tekanan air karena *Fittings*: 0,01 m.

Untuk mengetahui debit dan tekanan maksimum yang diperlukan setiap lahan tanaman, dibuat tabulasi seperti pada Tabel 17.

Dengan demikian, kebutuhan debit pompa yang paling besar adalah 86,62 m³/jam dengan tekanan 10,98 meter kolom air. Untuk debit pompa yang lebih kecil dari 86,62 m³/jam, diperlukan pengatur

Tabel 16. Kehilangan Tekanan Karena *Fittings*

Kecepatan air m/detik	Ktp-srgn m	Pompa		Transmisi		Trans-dist.	Distrib
		Elbow M	Setop-keran m	Te M	Setop-keran m	Te m	Te m
0,20	0,01	-	-	-	-	-	-
0,40	0,03	-	-	0,01	-	0,01	0,01
0,60	0,06	0,01	-	0,02	0,01	0,02	0,02
0,80	0,11	0,01	0,01	0,04	0,01	0,03	0,03
1,00	0,17	0,01	0,01	0,06	0,01	0,05	0,05
1,25	0,26	0,02	0,02	0,10	0,02	0,07	0,07
1,50	0,37	0,03	0,02	0,14	0,03	0,10	0,10
1,75	0,51	0,05	0,03	0,20	0,05	0,14	0,14
2,00	0,66	0,06	0,04	0,26	0,06	0,18	0,17
2,50	1,04	0,09	0,06	0,40	0,09	0,29	0,28
3,00	1,49	0,13	0,09	0,58	0,13	0,41	0,40

Sumber: Meijer (1989)

Keterangan:

Ktp-srgn : katup saringan

Trans-dist. : transmisi-distribusi

Distrib. : distribusi

Tabel 17. Kebutuhan Debit dan Tekanan untuk Setiap Tanaman pada Saat Puncak Kebutuhan Air

Sistem Irigasi	Satuan	Jenis Tanaman				
		Cabai	Tomat	Nanas	Pisang	Anggur
Rata-rata luasan lahan	Ha	4	4	4	4	4
Rata-rata panjang pipa lateral	m	205	205	205	205	205
Tekanan <i>Emitter</i> tertinggi karena adanya perbedaan topografi	m	14	15	15,5	14	11
Rata-rata debit <i>emitter</i>	ltr/jam	2,06	2,08	2,08	2,06	2,01
Kehilangan tekanan pipa lateral	m	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37
Kehilangan tekanan pipa <i>header</i>	m	0,59	0,60	0,60	0,12	0,12
Kehilangan tekanan karena <i>Fittings</i>	m	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Total kehilangan tekanan	m	0,97	0,98	0,98	0,50	0,50
Tekanan pompa	m	10,97	10,98	10,98	10,50	10,50
Debit pompa	m ³ /jam	85,85	86,62	86,62	28,91	28,19

Sumber: Tribowo (1998a)

debit (*Flow Regulator*) tanpa mengurangi tekanan air yang diperlukan untuk operasional irigasi tetes.

Untuk mengetahui daya pompa yang diperlukan bagi pengaliran sejumlah air dengan tekanan tertentu digunakan rumus (Meijer, 1989):

$$\text{Daya (Hp)} = \frac{\text{Debit (m}^3\text{/jam)} \times \text{Tekanan (m)}}{2,7 \times \text{Efisiensi Pompa}}$$

Dengan demikian, daya pompa untuk debit air 86,62 m³/jam dan tekanan 10,98 m dengan asumsi efisiensi pompa mencapai 50%:

$$\text{Daya (Hp)} = \frac{86,62 \text{ (m}^3\text{/jam)} \times 10,98 \text{ (m)}}{2,7 \times 50} = 7,05 \text{ Hp} = 5,20 \text{ kwatt.}$$

Bila menggunakan pompa *engine* atau pompa listrik yang mempunyai efisiensi 70%, diperlukan pompa *engine* atau pompa listrik minimal bertenaga 5 Hp.

K. Waktu Pemberian Air Irigasi

Maksimum lama waktu pemberian air irigasi untuk tanaman cabai terjadi pada bulan Agustus, yaitu selama 7 jam 45 menit, sedangkan untuk tanaman pisang terjadi pada bulan Oktober, yaitu selama 11 jam 55 menit. Pada bulan-bulan lain, tentunya kebutuhan waktu

pemberian air akan lebih rendah, bahkan tidak perlu air irigasi sama sekali bila curah hujan mencukupi keperluan air bagi kehidupan tanaman. Lama waktu pemberian air selama masa pemberian air irigasi untuk seluruh tanaman (cabai, tomat, nanas, pisang, dan anggur) dapat dilihat pada Tabel 18.

Perancangan irigasi tetes yang telah dibuat dapat pula diaplikasikan untuk tanaman hortikultura lainnya. Untuk setiap jenis tanaman yang akan dibudi dayakan, dihitung kembali kebutuhan air yang optimal bagi tanaman tersebut, mulai dari penanaman biji/bibit hingga panen. Hasil perhitungan tersebut menentukan jumlah debit air yang harus dikeluarkan mesin pompa dan jadwal/tata-kala rotasi pemberian air untuk tanaman yang dibudi dayakan.

Tabel 18. Lama Waktu Pemberian Air Irigasi

Tanaman	Apr (jam)	Mei (jam)	Jun (jam)	Jul (jam)	Ag (jam)	Sep (jam)	Okt (jam)
Cabai (Debit : 85,85 m ³ /jam)			4,53	3,08	7,75	3,03	2,38
Tomat (Debit : 86,62 m ³ /jam)			4,53	2,16	7,73	3,02	1,29
Nanas (Debit : 86,62 m ³ /jam)			-	0,17	0,43	-	4,96
Pisang (Debit : 28,91 m ³ /jam)		2,58	6,72	6,72	6,18	2,34	11,92
Anggur (Debit : 28,19 m ³ /jam)	0,78	-	0,08	2,58	3,63	6,96	-

Sumber: Tribowo (1998a)

BAB 3

Analisis Teknoekonomi

Perancangan teknis irigasi perlu dilanjutkan dengan perhitungan teknoekonominya agar menguntungkan investor. Sebaik apa pun sistem irigasi yang digunakan, bila peningkatan hasil produksi dan nilai jualnya tidak dapat menutupi biaya tambahan untuk instalasi sistem irigasinya, sistem tersebut tidak dapat digunakan. Salah satu cara perhitungan teknoekonomi suatu peralatan yang akan digunakan adalah dengan membuat perhitungan titik impas (*break-even point*). Bila hasil perhitungan titik impas berada di bawah pendapatan bersih—karena produksi yang meningkat dan harga jual yang baik—maka penggunaan peralatan dapat direalisasikan (Tribowo, 1998a; Tribowo, 1998b).

Perhitungan untuk mendapatkan nilai titik impas terdiri dari perhitungan biaya tetap (biaya investasi unit tetes, depresiasi unit tetes, biaya bunga pinjaman) dan perhitungan biaya tidak tetap (biaya operasional dan pemeliharaan). Dari perbandingan antara biaya tetap beserta biaya tidak tetap dengan hasil produksi/panen, akan diketahui nilai titik impasnya (Laba besar, 2015; Laba berlipat, 2015)

Perhitungan biaya tetap dan biaya tidak tetap di bawah ini didasarkan pada hasil perancangan sistem irigasi tetes yang dibuat pada lahan seluas 20 ha. Peta *layout* irigasi tetes termasuk sistem perpipaan dapat dilihat pada Gambar 18.

A. Biaya Tetap

Biaya tetap adalah biaya yang tidak berubah dengan peningkatan atau penurunan jumlah barang maupun jasa yang dihasilkan. Biaya tetap adalah biaya yang harus dibayar oleh perusahaan terlepas dari aktivitas bisnis.

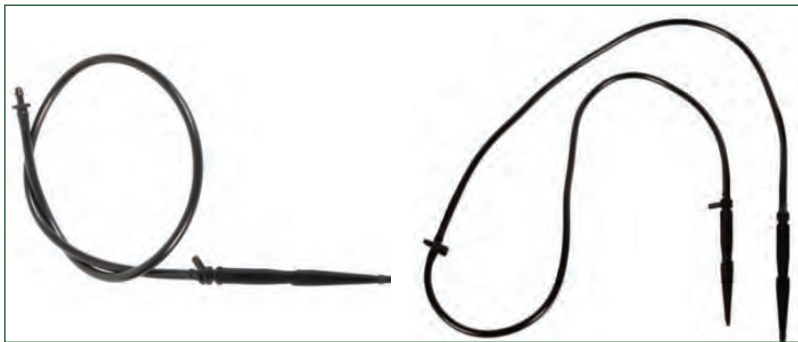
1. Biaya Investasi Unit Tetes (Termasuk Biaya Instalasi)

Perkiraan harga alat/bahan untuk poin a sampai g. Pengukur debit air berdasarkan Tribowo (2014) dan Kementerian Perdagangan Republik Indonesia (2016). Harga-harga unit tetes dikonversikan ke harga saat buku ini ditulis dalam mata uang rupiah.

a. *Emitter*/Penetes (termasuk pipa/selang distribusi polyethylene sepanjang 40 cm)

Emitter/penetes (Gambar 25) yang diperlukan untuk memberi air irigasi tetes berjumlah 147.600 buah dan digunakan secara permanen pada seluruh lahan tanaman yang dibudi dayakan.

147.600 buah *emitter*/penetes @ Rp3.160,00= Rp466.416.000,00



Sumber: Happy Rain (2017)

Gambar 25. *Emitter*/Penetes (Termasuk Pipa/Selang Distribusi)

b. Pipa Lateral (dari bahan plastik polyethylene)

Panjang pipa lateral berdiameter 25 mm (Gambar 26) yang digunakan: 147.600meter, @ Rp5.135,00 = Rp757.926.000,00.



Sumber: Singhvi (2017)

Gambar 26. Pipa Lateral

c. Pipa Header (dari bahan plastik PVC)

Panjang pipa *header* berdiameter 200 mm (Gambar 27) yang digunakan:

975 meter, @ Rp284.400,00 = Rp277.290.000,00

d. Pipa Utama (dari bahan plastik PVC)

Panjang pipa utama berdiameter 200 mm (Gambar 27) yang digunakan:

820 meter, @ Rp284.400,00= Rp233.208.000,00.



Sumber: Ma (2017)

Gambar 27. Pipa PVC

e. *Fittings* (*reduser, Te, elbow, dan lain-lain, Gambar 28*)

$$15\% (a + b + c + d) = 0,15 \times \text{Rp}1.734.840.000,00 = \text{Rp}260.226.000,00$$



Sumber: Ahmet (2009)

Gambar 28. *Fittings* Irigasi Tetes

f. Keran (*valves*) (Gambar 29) dan *Pressure Regulator* (Gambar 30)

5 buah diameter 200 mm @ Rp5.530.000,00 = Rp27.650.000,00.



Sumber: Eldridge (2017)

Gambar 29. Berbagai Macam Keran (*Valves*)



Sumber: Growers Supply (2016); Air Delights (2017)



Gambar 30. *Pressure Regulator*

g. Pengukur Debit Air (*Water Flow Meter*)

1 buah @ Rp7.900.000,00 = Rp7.900.000,00



Sumber: Meinecke Meters (2016)

Gambar 31. Pengukur Debit Air

h. Pompa *Submersible* dan Suplai, Genset Diesel, Termasuk Rumah Pompa

Harga-harga set pompa air listrik dan genset beserta rumahnya berdasarkan sumber yang sama dengan sumber gambar ilustrasi peralatan irigasi tetes, dapat dilihat pada Gambar 32.

Pembuatan sumur artesis + casing (sedalam 80 meter) :	Rp 40.000.000
Pompa listrik <i>submersible</i> pump 14 Hp	: Rp 70.000,000
Pompa listrik 10 Hp untuk jaringan irigasi tetes	: Rp 20.000.000
<i>Container mixer</i> beserta unit filter	: Rp 16.000.000
Generator set diesel 32 Hp	: Rp 85.000.000
Rumah pompa	: Rp 25.000.000
Jumlah	: Rp256.000.000



Sumber: Wheel Tractor (2017); Neologie Bio-Innovations (2017); Gozuk (2017); Navinchandra (2017) Indore, M. P. (2017). Fittings drip irrigation system. Diakses pada 3 April 2017 dari <https://www.indiamart.com/prod-detail/fittings-drip-irrigation-system-2062816388.html>

Gambar 32. Ilustrasi peralatan yang digunakan untuk irigasi tetes. Dimulai dari penggunaan generator set, pompa *submersible*, *water container*, yang dapat dilengkapi dengan alat pengaduk pupuk cair, pompa air pendorong, filter, dan jaringan irigasi tetes

Ilustrasi pengeboran/pembuatan sumur artesis dapat dilihat pada Gambar 33. Beberapa jenis pompa *submersible* (pompa benam) dan penampang aplikasi penggunaan pompa *submersible* dapat dilihat pada Gambar 34 dan 35.



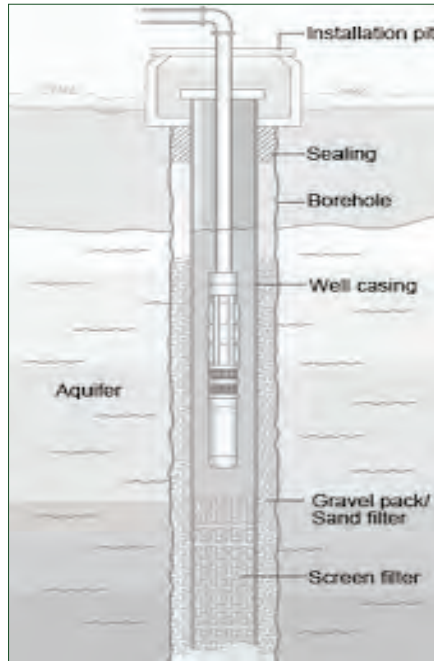
Sumber: PT. Menara Asia Global (2013)

Gambar 33. Ilustrasi Pengeboran/Pembuatan Sumur Artesis



Sumber: Climatecnica (2017)

Gambar 34. Beberapa Jenis Pompa *Submersible* (Pompa Benam)



Sumber: Grundfos (2017)

Gambar 35. Penampang aplikasi penggunaan pompa *submersible*

i. Biaya Lain-lain

$$15\% (a + b + c + d + e + f + g + h) =$$

$$0,15 \times \text{Rp}2.279.506.000,00 = \text{Rp}341.925.900,00$$

Total biaya investasi peralatan unit tetes: Rp2.621.431.900,00

2. Depresiasi Peralatan Unit Tetes

Perhitungan harga depresiasi menggunakan metode linear (Hunt, 2001).

$$D = \frac{P - S}{L}$$

di mana : D : harga depresiasi alat

P : harga beli alat

S : harga jual alat (10% x P)

L : umur ekonomi alat (diperkirakan 12 tahun; untuk perpipaan dapat lebih dari 12 tahun, tergantung perawatan)

$$D = \frac{\text{Rp}2.621.431.900,00(0,1) \times \text{Rp}2.621.431.900,00}{12} = \text{Rp}196.597.400,00/\text{tahun}$$

3. Biaya Bunga Pinjaman (*Interest Cost*)

Besarnya bunga pinjaman diasumsikan: 12%/tahun (Meijer,1989).

Biaya bunga pinjaman:

$$0,12 \times \frac{(2.621.431.900 + 262.143.190)}{2} = \text{Rp}. 173.014.500,00/ \text{tahun}$$

Total biaya tetap: Rp369.611.900,00 /tahun

B. Biaya Tidak Tetap (Operasional dan Pemeliharaan)

a. Biaya Pemeliharaan dan Perbaikan *Emitter*, Keran, dan *Pressure Regulator*

4,5 % (Rp466.416.000,00+Rp27.650.000,00) = Rp22.232.900,00/tahun.

b. Biaya Tenaga Kerja untuk Operasional Pompa

Dari Tabel 18 (lama waktu pemberian air irigasi) dan interval pemberian air irigasi adalah 5 (lima) hari sekali diberi air irigasi, diketahui bahwa pada bulan April terdapat 6 hari operasional pompa. Lalu berturut-turut Mei (6 hari), Juni (24 hari), Juli (31 hari), Agustus (31 hari), September (24 hari), dan Oktober (24 hari operasional pompa).

Tabel 19. Jumlah Lama Waktu Pemberian Air Irigasi Setiap Bulan

	Periode	Apr	Mei	Jun	Jul	Ag	Sep	Okt
Lama pemberian air								
Cabai (Debit : 85,85 m ³ /jam)	jam			27,18	18,48	54,25	18,18	14,28
Tomat (Debit : 86,62 m ³ /jam)	jam			27,18	12,96	46,38	18,12	7,74
Nanas (Debit : 86,62 m ³ /jam)	jam				1,02	2,58	-	29,76
Pisang (Debit : 28,91 m ³ /jam)	jam		15,48	40,32	40,32	37,08	14,04	71,52
Anggur (Debit : 28,19 m ³ /jam)	jam	4,68	-	0,48	15,48	21,78	41,76	-
Jumlah	jam	4,68	15,48	95,16	88,26	162,07	92,1	123,3

Sumber: Tribowo (1998a)

Interval pemberian air irigasi sebesar 5 hari sekali diberi air irigasi bersifat fleksibel. Artinya, interval pemberian air irigasi dapat lebih kecil dari 5 hari, misalnya ½ hari sekali diberi air irigasi, atau 2 kali pemberian air irigasi dalam satu hari, yakni pada pagi dan sore hari. Hal ini dilakukan bila tanaman yang dibudi dayakan masih berusia muda dan curah hujan tidak mencukupi untuk pertumbuhannya.

Dari Tabel 19 (jumlah lama pemberian air irigasi setiap bulan) untuk satu tahun operasional diperoleh lama waktu penyiraman 581,05 jam/ tahun. Dengan demikian, biaya tenaga kerja untuk operasional pompa adalah:

$$581,05 \text{ jam kerja/tahun} \times \text{Rp}10.000,00/\text{jam} = \text{Rp}5.810.500,00/\text{tahun}.$$

c. Biaya Bahan Bakar (Solar)

Dengan melihat Tabel 19, untuk satu tahun diperoleh lama waktu penyiraman 581,05 jam/tahun. Bila diasumsikan rata-rata pemakaian solar adalah 3,5 liter/jam untuk Generator Set 32 Hp, biaya pemakaian solar per tahun adalah:

$$581,05 \text{ jam/tahun} \times 3,5 \text{ liter/jam} \times \text{Rp}5.650,00/\text{liter} \text{ (22 Januari 2016)} \\ = \text{Rp}11.490.300,00 /\text{tahun}.$$

d. Biaya Pelumas dan Perbaikan Pompa

$$40 \% \times \text{Rp}11.490.300,00/\text{tahun} = \text{Rp}4.596.200,00/\text{tahun}.$$

Total Biaya Tidak Tetap (Operasional dan Pemeliharaan):

Rp44.129.900,00/tahun.

Rekapitulasi biaya investasi per tahun yang terdiri dari biaya tetap dan biaya tidak tetap disajikan pada Tabel 20.

Tabel 20. Rekapitulasi Investasi Biaya Tetap dan Tidak Tetap

Biaya	Biaya Investasi Rp/Tahun
Biaya tetap	369.611.900
Biaya tidak tetap	44.129.900
Total Biaya	413.741.800

C. Nilai Titik Impas (BEP: *Break Even Point*) Investasi Sistem Irigasi Tetes

Produksi/hasil panen yang menggunakan irigasi tetes (Tabel 20) mengacu pada pola dan kalender tanam Tabel 3. Produksi/hasil panen berdasarkan data Food and Agriculture Organization (FAO) 1979–1996. Panen cabai merah dapat mencapai 20 ton/ha (Tanindo, t.t.). Dengan demikian, data hasil panen pada 1979–1996 diasumsikan dapat digunakan. Bila hasil panen (karena aplikasi teknologi yang lebih baik) melebihi data yang disajikan, kelebihan panen tersebut merupakan suatu keuntungan (*outcome*).

Biaya investasi sistem irigasi tetes Rp413.741.800,00/tahun, terdiri dari biaya tetap sebesar Rp369.611.900,00/tahun, dan biaya tidak tetap sebesar Rp44.129.900,00/tahun. Hasil produksi/panen 832.000kg/tahun.

Tabel 21. Produksi/ Hasil Panen yang Menggunakan Irigasi Tetes

Tanaman	Waktu Penggunaan Irigasi	Hasil Ton/ 4 ha
Cabai	Juni–Oktober	80 (Cabai Hlbrida, 1996) dan Tanindo. (2017). Cabai. Diakses pada 3 April 2017 dari http://www.tanindo.com/index.php?option=com_content&view=section&layout=blog&id=40&Itemid=44.200 (Tomat Kada, 1995)
Tomat	Juni–Oktober	320 (FAO, 1979)
Nanas	Juli–Agustus, Oktober	200 (FAO, 1979)
Pisang	Mei–Oktober	32 (FAO, 1979)
Anggur	April, Juni–September	832 Ton / 4 ha
Jumlah		

$$\text{BEP} = \frac{\text{Biaya investasi}}{\text{Hasil produksi}} = \frac{\text{Rp413.741.800,00/tahun}}{832.000 \text{ kg/tahun}} = \text{Rp500,00/kg}$$

Menambah harga jual produksi/hasil panen senilai BEP investasi sistem irigasi tetes sebesar Rp.500,00/kg tentulah tidak membebani harga jual konsumen. Dengan kata lain, penggunaan sistem irigasi tetes dalam budi daya tanaman hortikultura yang disampaikan dalam tulisan ini, cukup layak dan dapat diimplementasikan.

Penutup

Biaya investasi awal penggunaan irigasi tetes memang terlihat cukup besar, hampir mencapai Rp3 miliar untuk 20 ha atau Rp150.000.000 per hektare lahan usaha tani. Apabila penanganan operasional dan pemeliharaan dilakukan secara saksama dan sesuai dengan prosedur, tidak mustahil umur pemakaian alat dapat mencapai 12 tahun sehingga biaya investasi dari peralatan dan mesin dari irigasi tetes dengan nilai titik impas sebesar Rp500 per kg hasil produksi dapat tercapai. Namun, bila umur depresiasi alat dan mesin lebih kecil dari 12 tahun misalnya 6–10 tahun, dengan asumsi hasil produksi/panen sesuai data hasil panen dari FAO dan *Majalah Trubus*, nilai titik impasnya masih dapat diterima dan dimasukkan dalam harga jual komoditas yang dibudi dayakan.

Luas lahan yang digunakan untuk kegiatan implementasi irigasi tetes yang Penulis lakukan di Subang, Indramayu, dan Nusa Tenggara Barat (Dompu), tidaklah sampai lebih dari 1 hektare. Namun, untuk keperluan penggunaan rumus-rumus perhitungan yang lengkap bagi perancangan penggunaan sistem irigasi tetes tanaman hortikultura, lahan yang dibudi dayakan cukup luas, yaitu 20 hektare. Tanaman yang dibudidayakan adalah tanaman hortikultura, seperti cabai, tomat, pisang, anggur, dan nanas. Sistem irigasi tetes ini dapat diaplikasikan juga pada tanaman lain, misalnya terong, lidah buaya, jagung, dan sebagainya.

Mengubah budaya penggunaan air irigasi yang berefisiensi sangat rendah menjadi pemanfaatan hasil penemuan dan pengembangan teknik-teknik irigasi yang berefisiensi relatif sangat tinggi dengan jaringan perpipaannya, memerlukan revolusi karakter melalui pendidikan seperti disebutkan dalam “Nawa Cita” poin 8. Tak dapat disangkal lagi, terjadi peningkatan pemanasan global. Kemampuan menyimpan air tawar di daratan semakin kritis karena semakin menurunnya daerah tangkapan air (*catchment hydrology*). Ketersediaan air tawar pun sangat berkurang, baik untuk keperluan air bersih maupun untuk keperluan irigasi tanaman. Jadi, teknologi irigasi yang mengedepankan penggunaan air yang sangat efisien sangatlah diperlukan.

Tak dapat disangkal lagi, peran teknologi dalam peningkatan kualitas dan kuantitas hasil produksi (dalam hal ini pertanian) adalah suatu mata rantai kegiatan pertanian yang modern. Dengan dukungan teknik irigasi yang berefisiensi tinggi sekaligus fertisasi (pemberian pupuk cairan bersamaan dengan air irigasi), benih/bibit unggul yang dibudi dayakan dapat memberikan hasil yang optimal. Harapan terpenuhinya swasembada produk pertanian pun akan dapat tercapai.

Penggunaan teknik-teknik bertani nonkonvensional memang padat modal pada awal investasinya, misalnya penggunaan rumah tanaman (*greenhouse*), teknik hidroponik menggunakan irigasi tetes, dan penggunaan varietas unggul. Ketiganya merupakan teknologi modern yang menghindari penggunaan pestisida kimia dan ramah lingkungan. Namun, produk-produk pertanian yang dihasilkan adalah produk-produk organik yang digandrungi konsumen kelas menengah ke atas.

Masukan dan saran atau kritik yang disertai alternatif solusi permasalahannya akan penulis terima demi menyempurnakan buku ini. Mudah-mudahan buku ini dapat menambah kekayaan literatur

pengembangan dan pemanfaatan teknologi irigasi yang berorientasi pada peningkatan efisiensi penggunaan air tawar. Tujuannya untuk mendukung usaha-usaha konservasi air dan lingkungan yang bersih dan bermanfaat bagi keberlangsungan kehidupan manusia dan makhluk hidup lainnya di bumi yang kita cintai ini.

Daftar Pustaka

- Ahmet, K. (2009). *Overview of drip irrigation fitting installation process*. Diakses dari <http://www.agricultureguide.org/drip-irrigation-fittings/>.
- Air Delights. (2017). *W model 500YSBR*. Diakses pada 6 Februari 2017 dari http://www.airdelights.com/images/wilkins_parts/full/W-Model-500YSBR.jpg.
- Ananto, E. E., Pasaribu, S., Ariani, M., Sayaka, B., Saad, N.S., Suradisastra, K., Subagyono, K., Soeparno, H., Kasryono, F., Pasandaran, E., & Herma-wanto, R. (2013). *Kemandirian pangan Indonesia dalam perspektif kebi-jakan MP3EI*. Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Kementerian Pertanian & IAARD Press.
- Ashok, P. & Ashok, K. (2010). *Microcontroller based drip irrigation system*. Diakses pada 31 Januari 2017 dari <http://www.yuvaengineers.com/microcontroller-based-drip-irrigation-system-p-ashok-k-ashok/>.
- Baharsjah, J. S. (1997). Optimasi pemanfaatan air irigasi di tingkat usaha tani sebagai implementasi gerakan hemat air. *Makalah Seminar Nasional Himpunan Ahli Teknik Tanah dan Air, Kerjasama Himpunan Ahli Teknik Tanah dan Air dengan Komite Nasional Indonesia untuk ICID*. Bekasi.
- Balson Polyplast. (2017). *Custom drip irrigation system*. Diakses pada 1 Februari 2017 dari <http://www.balsonirrigationsystem.com/custom-drip-irrigation-system-213258.html>.
- Bappenas. (2014). Unit kerja Bappenas. Diakses dari <http://www.bappenas.go.id/unit-kerja/deputi-bidang-sumber-daya-alam-dan-lingkungan-hidup/direktorat-kehutanan-dan-konservasi-sumber-daya-air/UrbanFarming>.

- Barizi, Y. (2016). *Cara menghitung indeks pertanaman*. Diakses pada 1 April 2016 dari <http://www.kwikku.com/yusronbarizi/post/1344542>.
- Billig, P. P. (2012). *Trouble in paradise*. Diakses pada 9 Januari 2015 dari <https://www.fhwa.dot.gov/publications/publicroads/12julaug/01.cfm>.
- Business Dictionary. (2017). *Reverse engineering*. Diakses pada 9 Februari 2017 dari <http://www.businessdictionary.com/definition/reverse-engineering.html>.
- Cabai hibrida unggul dari Korea. (Februari 1996). *Majalah Trubus*, hlm. 90.
- Climatecnica. (2017). *Bombas Sumergibles Grundfos SP A*. Diakses pada 8 Februari 2017 dari <https://www.climatecnica.com/bombas-sumergibles-grundfos-sp-a.72.362.html>.
- Dariah, A., Kartiwa, B., Sutrisno, N., Suradisastra, K., Sarwani, M., Soeparno, H., & Pasandaran, E. (2013). *Prospek pertanian lahan kering dalam mendukung ketahanan pangan*. Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kementerian Pertanian & IAARD Press.
- Department of Soil & Water Conservation Punjab. (2016). [Gambar ilustrasi peralatan yang digunakan untuk irigasi tetes 16 Februari 2016]. Diakses dari http://dswcpunjab.gov.in/contents/photogallery_3.htm.
- Diann. (2010). *Wobblers versus drip in field irrigation*. Diakses pada 9 Januari 2015 dari <http://www.senninger.com/wobblers-versus-drip-in-field-irrigation/>.
- Digital Repository Unila. (2017). Diakses pada 9 Februari 2017 dari <http://digilib.unila.ac.id/7586/10/BAB%20II.pdf>.
- Dijkerman, J. C. (1981). *Field description, morphology, and sampling of soils*. Wageningen, The Netherland: Wageningen Agriculture University.
- Djasmara, M. S. (1987). *Rekayasa produksi tanaman setahun, istilah dan definisi*. Direktorat Bina Produksi Tanaman Pangan, Lembaga Penelitian Pertanian. Diakses dari <http://www.scribd.com/doc/97314291/ISTILAH-Dan-DEFINISI02-May-Siti-Djasmara#scribd> (22 Desember 2014).
- Doorenbos, J., Kassam, A.H., Bentvelsen, C.L.M., Branscheid, V., Plusje, J.M.G.A., Smith, M., Uittenbogaard, G.O., & Van Der Wal, H.K. (1979). *Yield response to water*. FAO Irrigation and Drainage Paper No. 33. Roma.
- Doorenbos, J., Pruit, W.O., Aboukhaled A., Damagnez, J., Dastane N.G, Van Den Berg, C., Rijtema, P.E., Ashford, O.M, Frere, M., & FAO Field Staff.

- (1984). *Cropwater Requirements*. FAO Irrigation and Design Paper No. 24. Roma.
- Drip Irrigation Zone. (2014). *Drip irrigation systems*. Diakses pada 11 November 2014 dari <http://www.dripirrigationzone.com/drip-irrigation-systems/>.
- Eldridge G. Intl Enterprises Corp. (2017). *Showa gate valve pipe fittings*. Diakses pada 6 Februari 2017 dari https://www.alibaba.com/product-detail/Showa-Gate-Valve-Pipe-Fittings_105288124.html.
- FAO. (2015). *Crop calendar: An information tool for seed security*. Diakses pada 29 Januari 2015 dari <http://www.fao.org/agriculture/seed/crop-calendar/welcome.do>.
- Goldy, R. (2012). *Soil type influences irrigation strategy*. Diakses pada 9 Januari 2015 dari http://msue.anr.msu.edu/news/soil_type_influences_irrigation_strategy.
- Gozuk, S. (2017). *Benefits of VFD drives in irrigation pumping*. Diakses pada 8 Februari 2017 dari <http://www.vfds.in/benefits-of-vfd-drives-in-irrigation-pumping-282594.html>.
- Green Acres Nursery. (2017). *Drip irrigation parts*. Diakses pada 31 Januari 2017 dari <https://greenacresvista.com/drip-irrigation-parts/>.
- Grundfos. (2017). *Submersible pump - clean water*. Diakses pada 7 Februari 2017 dari <http://www.grundfos.com/service/encyclopedia-search/submersible-pump-clean-water.html>.
- Growers Supply. (2016). *Dripper*. Diakses pada 2 Februari 2016 dari <https://growerssupply.files.wordpress.com/2014/07/dripper5.jpg>.
- Happy Rain. (2017). *Dripper catalog*. Diakses pada 6 Februari 2017 dari <http://happyrain.en.made-in-china.com/product-group/TMhnoNrG-vUWa/Dripper-catalog-1.html>.
- Hardanto, A., Mustofa, A., & Sumarni. (2009). Metode irigasi tetes dan perlakuan komposisi bahan organik dalam budi daya stroberi. *Jurnal Keteknikan Pertanian*, 23 (1), 15–24.
- Heryadi, H. (23 Februari 2016). Budi daya tanaman cabai merah. Diakses dari <http://herihariyadi.blogspot.co.id/p/pertanian.html>
- Hunt, D. (2001). *Farm power and machinery management*. Illinois, United State of America: Department of Agricultural Engineering, University of Illinois.

- Indore, M. P. (2017). *Fittings drip irrigation system*. Diakses pada 3 April 2017 dari <https://www.indiamart.com/proddetail/fittings-drip-irrigation-system-2062816388.html>.
- Joko, T. (2010). *Unit produksi dalam sistem penyediaan air minum*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Kartiwa, B., & Dariah, A. (2013). Teknologi pengelolaan air lahan kering. Dalam *Prospek pertanian lahan kering dalam mendukung ketahanan pangan*. Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Kementerian Pertanian & IAARD Press.
- Kedaulatan pangan. (September 2014). *Majalah Trubus*, hlm. 28–29.
- Kementerian Perdagangan Republik Indonesia. (2016). *Nilai tukar mata uang asing terhadap rupiah*. Diakses pada 29 Januari 2016 dari <http://www.kemendag.go.id/id/economic-profile/economic-indicators/exchange-rates>.
- Kementerian PPN/Bappenas. (2011). *Master plan percepatan dan perluasan pembangunan ekonomi Indonesia (MP3EI) 2011–2025*. Diakses pada 31 Oktober 2014 dari <http://bappenas.go.id/id/berita-dan-siaran-pers/kegiatan-utama/master-plan-percepatan-dan-perluasan-pembangunan-ekonomi-indonesia-mp3ei-2011-2025/>.
- Kodoatie, R. J., & Sjarief, R. (2010). *Tata ruang air*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Koorevaar, P., Menelik, G., & Dirksen, C. (1983). *Elements of Soil Physics*. Amsterdam: Elsevier.
- Laba berlipat sidat. (Mei 2015). *Majalah Trubus*, hlm. 16–17.
- Laba besar kedelai besar. (April 2015). *Majalah Trubus*, hlm. 70–71.
- LCDR Irrigation & Water Systems. (2017). *IDIT (cylindrical integral dripper)*. Diakses pada 31 Januari 2017 dari <http://davao-sm.all.biz/idity-cylindrical-integral-dripper-g13948#.WM-lqFV95hE>.
- Ma, T. (2017). White BSEN 1452 400mm PVC water pipes. Diakses pada 6 Februari 2017 dari https://www.alibaba.com/product-detail/white-BSEN-1452-400mm-pvc-water_60045035439.html.
- Marta, P. A. (2012). *Kapasitas lapang (field capacity), titik layu sementara, titik layu permanen /tepi (permanent wilting point), air higroskopis, air gravitasi, hubungan air dengan metabolisme tumbuhan, pengaruh kekurangan dan kelebihan air*. Diakses pada 3 April 2017 dari <https://prayudimarta.wordpress.com/2012/06/15/1-kapasita-lapang-field-capacitytitik-layu-sementaratitik-layu-permanen-tepipermanen-wilting->

- pointair-higroskopisair-gravitasihubungan-air-dengan-metabolisme-tumbuhanpengaruh-kekurangan/.
- Meijer, T. K. E. (1989). *Sprinkler & trickler irrigation*. Wageningen, The Netherlands: Department of Irrigation and Civil Engineering, Wageningen Agriculture University.
- Meineckemer (2016). [Gambar ilustrasi pengukur debit air 3 Maret 2016]. Diakses dari <http://www.meineckemeters.com/>.
- Meinecke Meters. (2016). *WP/dynamic-cold water turbine meter*. Diakses pada 3 Maret 2016 dari <http://www.meineckemeters.com/images/products/thumb/828593.jpg>.
- Memperkirakan kebutuhan air tanaman. (Mei 2000). *Majalah Trubus*, hlm. 27.
- Menteri Negara Pendayagunaan Aparatur Negara. (2008). Pedoman umum reformasi birokrasi. Peraturan Menteri Negara Pendayagunaan Aparatur Negara Nomor PER/15/M.PAN/7/2008.
- National Academy of Sciences. (1974). *More water for arid lands*. Washington D.C.
- Navinchandra & co. (2017). *Components of Sujay Drip Irrigation System*. Diakses pada 8 Februari 2017 dari http://www.navinchandra.com/prod_ma_drip%20irrigator.htm.
- Nelson. (2015). *Solid set*. Diakses pada 5 Januari 2015 dari <http://www.nelsonirrigation.com/products/application/solid-set>.
- Neologie Bio-Innovations. (2017). *Drip irrigation method*. Diakses pada 8 Februari 2017 dari https://static.wixstatic.com/media/e024f1_2c86f21f49804f5e8b5fbc0162e96d1a~mv2.jpg/v1/fill/w_216,h_132,al_c,q_80,usm_0.66_1.00_0.01/e024f1_2c86f21f49804f5e8b5fbc0162e96d1a~mv2.webp.
- Pusat Sosial Ekonomi dan Kebijakan Pertanian. (2011). *Analisis kebijakan pertanian, Volume 9 Nomor 2, Juni 2011*. Bogor: Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kementerian Pertanian.
- PT Menara Asia Global. (2013). [Gambar ilustrasi pengeboran/pembuatan sumur artesis]. Diakses dari <http://www.sumurbor.com>.
- PT Menara Asia Global (2013). [Gambar ilustrasi peralatan yang digunakan untuk irigasi tetes 16 Februari 2016]. Diakses dari <http://hargapompa.blogspot.co.id/2013/03/harga-pompa-air-submersible-centrifugal.html>.
- PT Menara Asia Global. (2013). *Sumur Bor*. Diakses pada 16 Februari 2017 dari <http://www.sumurbor.com/peralatan.htm>.

- Saleh, E. (2010). Studi konflik air irigasi dan alternatif penyelesaiannya di daerah irigasi Kelingi Sumatra Selatan. *Jurnal Keteknikan Pertanian*, 24(1), 39–43. Bogor: PERTETA-Institut Pertanian Bogor.
- Salim, A., Waluya, S, Damtoro, J., & Brojonegoro, A. (1994). Penelitian air tanah di kawasan UPT-BBOK-LIPI Bergen-Tanjung Bintang, Lampung Selatan (pp. 281–298). *Prosiding Seminar Ilmiah Hasil-Hasil Penelitian dan Pengembangan Fisika Terapan-LIPI 1993/1994*, P3FT-LIPI. Bandung.
- Shenzhen Gozuk. (2016). [Gambar ilustrasi peralatan yang digunakan untuk irigasi tetes 16 Februari 2016]. Diakses dari <http://www.vfds.in/benefits-of-vfd-drives-in-irrigation-pumping-282594.html>.
- Singhvi, G. (2017). *LD krishi pipe*. Diakses pada 6 Februari 2017. <http://www.exportersindia.com/madhu-plastic-udyog/ld-krishi-pipe-bangalore-india-1208302.htm>.
- Sudaryanto, A., Darmajana, D.A., & Tribowo, R.I. (1994). *Studi pendahuluan kelayakan lokasi pengujian peralatan mesin pertanian di kebun UPT-Balai Bahan Olahan Kimia-LIPI Desa Purwotani, Kecamatan Tanjung Bintang, Kabupaten Lampung Selatan*. Laporan Survey Alsintani BPTTG-P3FT-LIPI. Subang.
- Tanindo. (t.t.). *Cabai*. Diakses pada 3 April 2017 dari http://www.tanindo.com/index.php?option=com_content&view=section&layout=blog&id=40&Itemid=44.
- Tomat kada kebal busuk ujung buah. (Januari 1995). *Majalah Trubus*, halaman 66.
- Tribowo, R. I. (1989). *Sprinkler and trickler irrigation design on tertiary unit of Wonogiri irrigation Project*. Wageningen, The Netherlands: Wageningen Agricultural University.
- Tribowo, R. I., & Sudaryanto, A. (1996). Perancangan irigasi sprinkler dengan perpipaian yang dapat dipindahkan. *Prosiding Seminar Ilmiah Hasil-Hasil Penelitian dan Pengembangan Fisika Terapan-LIPI 1995/1996*, P3FT-LIPI. Bandung.
- Tribowo, R. I. (1997a). Perancangan sistem irigasi tetes untuk budi daya cabai. *Prosiding Seminar Nasional Optimasi Pemanfaatan Air Irigasi di Tingkat Usaha Tani menuju Pertanian Modern*, HATTA-KNI-ICID. Bekasi.
- Tribowo, R. I. (1997b). Perancangan dan implementasi irigasi sprinkler untuk budi daya tanaman rumput pakan ternak domba. *Prosiding*

- Perkemahan dan Seminar Tahunan Perhimpunan Teknik Pertanian.* Jatinangor.
- Tribowo, R. I. (1998a). *Panduan teknis perancangan irigasi tetes.* Subang: Balai Pengembangan Teknologi Tepat Guna-P3FT-LIPI.
- Tribowo, R. I. (1998b). *Analisis titik impas dalam perancangan irigasi tetes/drip untuk lahan multicrop hortikultura.* Subang: Balai Pengembangan Teknologi Tepat Guna-P3FT-LIPI.
- Tribowo, R. I. (2000a). Irigasi tetes *emitter* sekrup sebagai alternatif implementasi irigasi hemat air pada lahan marginal untuk usaha agroindustri. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Pertanian, PERTETA-IPB.* Bogor.
- Tribowo, R. I. (2000b). Perancangan dan otomatisasi irigasi tetes lahan multicrop hortikultur (pp. II.38–II.45). *Prosiding Pemaparan Hasil Litbang IPTEK, LIPI.*
- Tribowo, R. I., & Hidayat, E.W. (2005). Implementasi sistem irigasi tetes tipe ulir plastik pada budi daya tanaman hortikultura (studi kasus di Desa Kendai Dua, Kecamatan Woja, Kabupaten Dompu, Provinsi Nusa Tenggara Barat). *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia “Kejuangan” 2005, Pengembangan Teknologi Kimia untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri UPN “Veteran” Yogyakarta.* Yogyakarta.
- Tribowo, R. I., Setiadi, D., & Karsani, E. (2006). *Pengadaan air gravitasi untuk keperluan rumah tangga dan prospektif implementasi pompa hidran serta peluang agrobisnis. Buku Implementasi teknologi tepat guna, pemberdayaan ekonomi masyarakat pedesaan di Provinsi Sulawesi Tenggara.* Subang: Balai Besar Pengembangan Teknologi Tepat Guna-LIPI.
- Tribowo, R. I. (2008). *Manajemen air, karakteristik dan pemanfaatan irigasi dan drainase lahan agribisnis di Kabupaten Jayawijaya. Buku perjalanan LIPI di pedalaman Papua, pengembangan masyarakat di bumi lembah Baliem, Wamena.* Subang: Balai Besar Pengembangan Teknologi Tepat Guna-LIPI.
- Tribowo, R. I. (2014). *Pengembangan dan implementasi teknologi irigasi hemat air.* Jakarta: LIPI Press.
- Wheel Tractor. (2017). *Single cylinder generator.* Diakses pada 7 Februari 2017 dari <http://www.wheeltractor.com/uploads/images/tractor/single-cylinder-generator.jpg>.
- Wiranto, P., Setiawan, B. I., & Saptomo, S. K. (2014). Sistem kontrol irigasi PID. *Jurnal Keteknikan Pertanian, Vol. 28(2), 105–110.*

Indeks

- agroekosistem 2
- air irigasi vii, viii, ix, xiii, 1–3, 5–6, 9, 14–5, 19, 23–4, 28, 31–7, 39, 47–8, 50, 58–9, 64, 68, 70, 72, 74, 78, 81, 83
- beda tinggi 38
- biaya bahan bakar 59
- biaya bunga pinjaman 49
- biaya investasi 60, 61, 63
- biaya tenaga kerja 58
- biaya tetap viii, 49, 58, 60
- biaya tidak tetap vi, 58, 60
- catchment hydrology* 64
- daya pompa 23, 24, 38, 39, 47
- debit viii, x, 10, 19, 23–4, 32, 34, 36, 38–9, 43–8, 50, 54, 83
- depresiasi 49, 57–8, 63
- drainase 13, 84
- efisiensi 9, 22, 31–2, 47, 64
- eks-impor x
- El Nino 1
- emitter* vi, vii, x, 11, 19, 21, 31, 34, 36, 40, 44–5, 47, 50, 58, 68, 70, 72, 74, 95
- evaporasi 9, 10, 14, 77
- evapotranspirasi vii, 25, 27, 29, 30, 32
- faktor tanaman 29, 30, 69, 71, 73
- filter 19, 54, 55
- fittings* 24, 82, 86
- friksi 24, 38, 39, 40, 45
- garam 15
- generator set* x, 54, 59
- gerakan hemat air 7, 81
- hasil produksi 49, 63, 64
- hemat air ix, 1, 2, 7, 9, 16, 25, 81, 84, 95
- hortikultura x, xiii, 2, 9, 11, 13, 16, 25, 27, 48, 61, 63, 77, 84
- indeks pertanaman 3, 81, 87
- Interval Irigasi v, vi, 32, 34, 68, 70, 72, 74
- irigasi tetes viii, x, xiii, 1, 2, 9, 13–21, 23, 27, 31, 34, 36–7, 39, 47–50, 52, 54–5, 60, 61, 63–4, 82–4
- jarak tanam 36–7

kadar air kapasitas lapang 27–8
 kadar air titik layu 27–8
 kalender tanam 1, 23–5, 27–8, 60,
 67, 69, 71, 73
 kapilari 13, 32
 kehilangan tekanan viii, x, 38, 41,
 42, 44–7, 96
 Koridor Ekonomi 5

 lahan basah ix, 2, 6
 lahan kering vii, ix, 2, 3, 4, 6, 9,
 81, 82
 laju deplesi vii, 23, 32, 68, 70, 72,
 74
 La Nina 1

 Modulus Irigasi v, 27, 31, 67, 69,
 71, 73
 MP3EI 4, 5, 81

 Nawa Cita xiii, 64

 operasional 7, 9, 15, 19, 23, 47, 49,
 58–9, 63
 organik 64, 82

 pemeliharaan 49, 63
 penetes ix, x, 10, 11, 15–24, 31–2,
 40, 77
 penetes sekrup 20
 penetes ulir plastik x, 22
 pengelolaan air 2, 82

 pengukur debit air x, 50, 54
 perancangan v, vii, xiii, 2, 23–4, 26,
 39, 48–9, 69, 71, 73, 75, 83–4
 perkolasi 9, 10, 31–2
 peta *layout* x, 34–5, 38
 pipa distribusi 16, 20, 24, 39, 40
 pipa *header* x, 34, 36–7, 39, 40, 42,
 45–7, 51
 pipa PVC x, 52
 pipa transmisi 24
 pipa utama x, 16, 38, 40, 42–6, 51
 pola tanam 7, 23–4, 25, 27, 77
polyethylene 50–1
 pompa air 54–5
 pompa listrik 54
 pompa submersible xi, 55–7
pressure regulator x, 19, 53

reverse engineering 20, 79
run-off 10

 SDR (*Spesifik Discharge Rate*) 43
sprinkler 83
 sumur artesis xi, 54–6, 83

 tanaman pangan 82
 teknologi irigasi ix, xiii, 1, 2, 9, 16,
 25, 34, 64, 84
 tekstur 27, 79
 titik impas 49, 63, 84
 topografi 79, 80

Daftar Istilah

- EL NINO:** Fenomena panasnya permukaan air laut di Samudra Pasifik (di atas rata-rata suhu normal), terutama bagian timur dan tengah.
- EMITTER:** Bagian akhir peralatan irigasi sistem tetes yang berupa alat penetes.
- EVAPOTRANSPIRASI:** Gabungan evaporasi dan transpirasi tumbuhan yang hidup di permukaan bumi. Air yang diuapkan tanaman dilepas ke atmosfer. Evaporasi merupakan pergerakan air ke udara dari berbagai sumber, seperti tanah, atap, dan badan air.
- FAKTOR TANAMAN (Kc):** Koefisien tanaman yang menyatakan hubungan antara Eto dan ET tanaman. Nilai Kc beragam sesuai dengan jenis tanaman, fase pertumbuhan, dan kondisi cuaca yang ada.
- HORTIKULTURA:** Tanaman yang awalnya dibudi dayakan di kebun atau pekarangan, berasal dari bahasa Latin *hortus* (tanaman kebun) dan *cultura/colere* (budi daya). Kemudian hortikultura digunakan secara lebih luas, bukan hanya untuk budi daya di kebun. Hortikultura memfokuskan pada budi daya tanaman buah, tanaman bunga, tanaman sayuran, tanaman obat-obatan, dan taman.
- INDEKS PERTANAMAN (IP):** Hitungan rata-rata kali tanam dalam satu tahun. Misalnya, lahan sawah padi biasanya ditanami 1, 2, atau 3 kali (tanam) dalam setahun, tergantung kondisi lahan, pola tanam, dan jenis benih padi yang ditanam. Jika suatu lahan sawah berada pada lingkungan dengan ketersediaan air yang melimpah atau mencukupi sepanjang tahun, kegiatan tanam (dan panen) bisa sampai 3 kali dalam setahun. Namun, jika lingkungan lahan sawah tersebut kurang

mendukung pada ketersediaan air, kegiatan tanam bisa 1 atau 2 kali dalam setahun. Cara menghitung Indeks Pertanaman dalam suatu wilayah adalah:
$$IP = \frac{\text{Luas tanam 1 tahun}}{\text{Luas baku tanam}}$$

Luas Tanam adalah luas tanam pada lahan dalam satu tahun. Misalnya, lahan A dengan luas 2 ha, ditanami 3 kali dalam setahun. Maka luas tanamnya adalah 6 ha dalam setahun, didapat dari hasil luas lahan dikali masa kali tanam.

Luas tanam baku adalah luas lahan yang ditanam (nilainya tetap). Misalnya, lahan A luas [2] ha dengan masa tanam (3) kali dalam setahun, sedangkan luas lahan B [1] ha dengan masa tanam (2) kali dalam setahun. Maka jumlah luas lahan baku dari A dan B adalah [3] ha, sedangkan luas tanamnya adalah (8) ha (Barizi, 2016).

INTERVAL IRIGASI: Selang waktu pemberian air irigasi, misalnya setiap dua hari sekali diberi air irigasi, dan seterusnya.

KADAR AIR KAPASITAS LAPANG: Kadar air tanah di mana keadaan tanah cukup lembap yang menunjukkan jumlah air terbanyak yang dapat ditahan tanah terhadap gaya tarik gravitasi. Air yang dapat ditahan oleh tanah tersebut terus-menerus diserap akar tanaman atau menguap sehingga tanah semakin lama semakin kering. Marta, P. A. (2012). Kapasitas lapang (field capacity), titik layu sementara, titik layu permanen /tepi (permanent wilting point), air higroskopis, air gravitasi, hubungan air dengan metabolisme tumbuhan, pengaruh kekurangan dan kelebihan air. <https://prayudimarta.wordpress.com/2012/06/15/1-kapasita-lapang-field-capacitytitik-layu-sementaratitik-layu-permanen-tepipermanent-wilting-pointair-higroskopisair-gravitasihubungan-air-dengan-metabolisme-tumbuhanpengaruh-kekurangan/>.

KADAR AIR TITIK LAYU: Kadar air tanah di mana akar tanaman mulai tidak mampu lagi menyerap air dari tanah, sehingga tanaman menjadi layu. Tanaman akan tetap layu baik pada siang ataupun malam hari. Marta, P. A. (2012). Kapasitas lapang (field capacity), titik layu sementara, titik layu permanen /tepi (permanent wilting point), air higroskopis, air gravitasi, hubungan air dengan metabolisme tumbuhan, pengaruh kekurangan dan kelebihan air. Diakses pada 3 April 2017 dari <https://prayudimarta.wordpress.com/2012/06/15/1->

kapasita-lapang-field-capacitytitik-layu-sementaratitik-layu-permanen-tepipermanent-wilting-pointair-higroskopisair-gravitasihubungan-air-dengan-metabolisme-tumbuhanpengaruh-kekurangan/.

LA NINA: Fenomena turunnya suhu permukaan air laut di Samudra Pasifik yang lebih rendah dari wilayah sekitarnya.

LAJU DEPLESI: Laju pengurangan, dalam tulisan ini laju pengurangan kandungan air tanah dengan satuan mm/hari.

MODULUS IRIGASI: Kebutuhan air irigasi pada tingkat tanaman dengan satuan mm/hari atau liter/detik/hektare.

PERKOLASI: Proses mengalirnya air ke bawah tanah (setelah infiltrasi) secara gravitasi sehingga mencapai permukaan air tanah pada lapisan jenuh air di dalam tanah.

PIPA PVC: Pipa yang dibuat dari bahan Polivinil klorida (IUPAC: Poli (kloroetanadiol)), biasa disingkat PVC. PVC adalah polimer termoplastik urutan ketiga dalam hal jumlah pemakaian di dunia, setelah polietilena, dan polipropilena. Di seluruh dunia, lebih dari 50% PVC yang diproduksi dipakai dalam konstruksi. Sebagai bahan bangunan, PVC relatif murah, tahan lama, dan mudah dirangkai. PVC bisa dibuat lebih elastis dan fleksibel dengan menambahkan plasticizer, umumnya ftalat. PVC yang fleksibel umumnya dipakai sebagai bahan pakaian, perpipaan, atap, dan insulasi kabel listrik.

POLYETHYLENE: Suatu bahan yang termasuk dalam golongan polimer, dalam bahasa komersial lebih dikenal dengan nama plastik karena bersifat termoplastik. Jika polietilen diradiasi, maka bahan tersebut akan mengalami perubahan strukturnya, dan pada umumnya akan terjadi perubahan sifat-sifat fisisnya.

REVERSE ENGINEERING: Proses untuk mencari dan menemukan teknologi yang bekerja di balik suatu sistem, perangkat atau objek, melalui sebuah proses analisis mendalam pada struktur, fungsi, dan cara kerja sistem, perangkat atau objek yang diteliti. Dapat disimpulkan bahwa *reverse engineering* adalah proses mengekstrak informasi yang ada pada sebuah sistem (Business Dictionary, 2017).

RUN-OFF: Atau limpasan permukaan adalah apabila intensitas hujan yang jatuh di suatu DAS (Daerah Aliran Sungai) melebihi kapasitas infiltrasi.

Setelah laju infiltrasi terpenuhi, air akan mengisi cekungan-cekungan pada permukaan tanah. Setelah cekungan-cekungan tersebut penuh, air akan mengalir (melimpas) di atas permukaan tanah.

SUMUR ARTESIS: Istilah artesis (artesian), diambil dari nama kota Artois di Prancis, orang Romawi mengatakannya Artesium, di mana untuk pertama kalinya aliran artesis (*artesian flow*) dipelajari. Air artesis adalah air tanah tertekan (*confined ground water*) yang menimbulkan tekanan hidrostatik yang tidak normal.

TANAMAN PANGAN: Segala jenis tanaman yang dapat menghasilkan karbohidrat dan protein.

TEKSTUR TANAH: Badan Pertanahan Nasional mendefinisikan tekstur tanah sebagai keadaan tingkat kehalusan tanah yang terjadi karena ada perbedaan komposisi kandungan fraksi pasir, debu dan liat yang terkandung pada tanah.

TOPOGRAFI: Studi tentang bentuk permukaan bumi dan objek lain, seperti planet, satelit alami (bulan dan sebagainya), dan asteroid. Topografi umumnya menyuguhkan relief permukaan, model tiga dimensi, dan identitas jenis lahan. Relief adalah bentuk permukaan suatu lahan yang dikelompokkan atau ditentukan berdasarkan perbedaan ketinggian (*amplitude*) dari permukaan bumi (bidang datar) suatu bentuk bentang lahan (*landform*). Topografi secara kualitatif adalah bentang lahan dan secara kuantitatif dinyatakan dalam satuan kelas lereng (% atau derajat), arah lereng, panjang lereng, dan bentuk lereng.

Lampiran

A. A.1 Modulus Irigasi Tomat

Di bawah ini kalender tanam untuk **tomat** termasuk fraksi (a: area, t: waktu).

Periode Hari	No 30	Des 31	Jan 31	Feb 28	Ma 31	Ap 30	Me 31	Jun 30	Jul 31	Ag 31	Sep 30	Ok 31
Tahap pertumbuhan	be-nih	awal	tum-buh	ten-gah	akhir	pa-nen	be-nih	awal	tum-buh	ten-gah	akhir	pa-nen
a (fraksi)	↓											
t (fraksi)	→											
Kc Periode	0,3	0,4	0,8	1,1	0,9	0,7	0,3	0,4	0,8	1,1	0,9	0,7
Spec.req mm		70						70				

Data Klimatologi

Periode	No	Des	Jan	Feb	Ma	Ap	Mei	Jun	Jul	Ag	Sep	Ok
ETo mm	96	99	99	90	127	120	125	117	121	133	129	127
R(50%) mm	215	265	375	335	253	188	124	92	79	70	104	86
Pot.efektif %	75	65	65	65	65	70	70	75	75	85	80	75

Keterangan:

Pot. efektif % : persentase perkiraan jumlah curah hujan yang diserap tanah

Keperluan air setiap bulan

Periode	No	Des	Jan	Feb	Ma	Ap	Mei	Jun	Jul	Ag	Sep	Ok	
ETm	mm	29	40	69	99	114	72	38	47	85	146	116	76
ETm x a.t	mm	29	40	69	99	114	72	38	47	85	146	116	76
S x a	mm		70						70				
WR	mm	29	110	69	99	114	72	38	117	85	146	116	76

Suplai air alamiah

Periode	No	Des	Jan	Feb	Ma	Ap	Mei	Jun	Jul	Ag	Sep	Ok	
R.eff.pot.	mm	161	172	244	218	164	132	87	69	59	60	83	65
R.e.p x a.t	mm	161	172	244	218	164	132	87	69	59	60	83	65
WS	mm	161	172	244	218	164	132	87	69	59	60	83	65

Keperluan air irigasi

Periode	No	Des	Jan	Feb	Ma	Ap	Mei	Jun	Jul	Ag	Sep	Ok
IR	mm	-	-	-	-	-	-	48	26	86	33	11
T irigasi	hari	30	31	31	28	31	30	31	30	31	30	31
IR	mm/hari	-	-	-	-	-	-	1,6	0,8	2,8	1,1	0,4

Modulus irigasi dan kebutuhan air pada tingkat Emitter

Periode	No	Des	Jan	Feb	Ma	Ap	Mei	Jun	Jul	Ag	Sep	Ok
qo	l/d/ha	-	-	-	-	-	-	0,19	0,09	0,32	0,13	0,05
ea	%	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
qo fld.	l/d/ha	-	-	-	-	-	-	0,21	0,10	0,34	0,14	0,06

Keperluan irigasi terbesar tanaman **tomat**, yaitu pada bulan Agustus: **0,34 ltr/dtk/hektare**.

B. A.2 Maksimum Interval Irigasi untuk Tanaman Tomat

Rata-rata laju deplesi

Periode	No	Des	Jan	Feb	Ma	Ap	Mei	Jun	Jul	Ag	Sep	Ok	
ETm	mm/hari	,97	1,29	2,23	3,54	3,68	2,4	1,23	1,57	2,74	4,71	3,87	2,45
R.e.f.p.	mm/hari	5,37	5,55	7,87	7,79	5,29	4,4	2,81	2,3	1,9	1,94	2,77	2,1
qd	mm/hari	-	-	-	-	-	-	-	0,84	2,77	1,1	0,35	

Total ketersediaan kandungan air dalam tanah yang siap digunakan

Periode	No	Des	Jan	Feb	Ma	Ap	Mei	Jun	Jul	Ag	Sep	Ok
D _{eff} .mm	100	300	700	950	950	950	100	300	700	950	950	950
AM	mm	20	59	131	176	176	20	59	131	176	176	176
P		0,78	0,75	0,65	0,52	0,51	0,63	0,75	0,72	0,60	0,42	0,49
% Tanah basah		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
TRAM	mm	15,6	44,3	85,2	91,5	89,8	111	15	42,5	78,6	73,9	86,2

Maksimum interval irigasi

Periode	No	Des	Jan	Feb	Ma	Ap	Mei	Jun	Jul	Ag	Sep	Ok
ni max.	hari	-	-	-	-	-	-	-	94	27	78	317

Perancangan sistem irigasi tanaman **tomat** berdasarkan pada **27 hari interval irigasi**.

C. B.1 Modulus Irigasi Anggur

Di bawah ini kalender tanam untuk **anggur** termasuk fraksi periode (a: area, t: waktu).

Periode Hari	No	Des	Jan	Feb	Ma	Ap	Me	Jun	Jul	Ag	Sep	Ok
	30	31	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31
Tahap pertumbuhan	awal	pertumbuhan				panen/pangkas		pemulihan			panen/pangkas	
a (fraksi)												
t (fraksi)												
Kc Periode	0,3	0,4	0,8	1,1	0,9	0,7	0,3	0,4	0,8	1,1	0,9	0,7
Spec.req mm		70						70				

Keterangan : Kc : faktor tanaman
Spec.req. : kebutuhan air yang diperlukan

Data Klimatologi

Periode	No	Des	Jan	Feb	Ma	Ap	Mei	Jun	Jul	Ag	Sep	Ok
ETo	mm	96	99	99	90	127	120	125	117	121	133	129
R(50%)	mm	215	265	375	335	253	188	124	92	79	70	104
Pot.efektif	%	75	65	65	65	65	70	70	75	75	85	80

Keterangan:
Pot. efektif % : persentase perkiraan jumlah curah hujan yang diserap tanah

Keperluan air setiap bulan

Periode	No	Des	Jan	Feb	Ma	Ap	Mei	Jun	Jul	Ag	Sep	Ok	
ETm	mm	38	50	59	63	89	72	63	70	85	93	77	63
ETm x a.t	mm	38	50	59	63	89	72	63	70	85	93	77	63
S x a	mm	70					70					70	
WR	mm	108	50	59	63	89	142	63	70	85	93	147	63

Suplai air alamiah

Periode	No	Des	Jan	Feb	Ma	Ap	Mei	Jun	Jul	Ag	Sep	Ok
R.eff.pot.	mm161	172	244	218	164	132	87	69	59	60	83	65
R.e.p x a.t	mm161	172	244	218	164	132	87	69	59	60	83	65
WS	mm161	172	244	218	164	132	87	69	59	60	83	65

Keperluan air irigasi

Periode	No	Des	Jan	Feb	Ma	Ap	Mei	Jun	Jul	Ag	Sep	Ok
IR	mm	-	-	-	-	10	-	1	26	33	64	-
T irigasi	hari	30	31	31	28	31	31	30	31	31	30	31
IR	mm/hari	-	-	-	-	0,3	-	0,03	0,8	1,1	2,1	-

Modulus irigasi dan kebutuhan air pada tingkat Emitter

Periode	No	Des	Jan	Feb	Ma	Ap	Mei	Jun	Jul	Ag	Sep	Ok
qo	l/d/ha	-	-	-	-	0,03	-	0,003	0,09	0,13	0,24	-
ea	%	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
qo fld.	l/d/ha	-	-	-	-	0,03	-	0,003	0,10	0,14	0,27	-

Keperluan irigasi terbesar tanaman **anggur**, yaitu pada bulan September: **0,27 ltr/dt/ha**.

B.2 Maksimum Interval Irigasi untuk Tanaman Anggur

Rata-rata laju depleksi

Periode	No	Des	Jan	Feb	Ma	Ap	Mei	Jun	Jul	Ag	Sep	Ok	
ETm	mm/hari	1,27	1,61	1,90	2,25	2,87	2,4	2,03	2,33	2,74	3,00	2,57	2,03
R.e.f.p.	mm / hari	5,37	5,55	7,87	7,79	5,29	4,4	2,81	2,3	1,9	1,94	2,77	2,1
qd	mm/hari	-	-	-	-	-	-	0,03	0,84	1,06	-	-	

Total ketersediaan kandungan air dalam tanah yang siap digunakan

Periode	No	Des	Jan	Feb	Ma	Ap	Mei	Jun	Jul	Ag	Sep	Ok
D _{eff} .mm	100	300	500	700	800	900	950	1000	1000	1000	1000	1000
AM	mm	20	59	95	131	149	167	176	185	185	185	185
P		0,75	0,71	0,68	0,65	0,59	0,63	0,67	0,65	0,60	0,58	0,62
% Tanah basah		40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
TRAM	mm	6,0	16,8	25,8	34,1	35,2	42,1	47,2	48,1	44,4	42,9	45,9

Maksimum interval irigasi

Periode	No	Des	Jan	Feb	Ma	Ap	Mei	Jun	Jul	Ag	Sep	Ok
ni max.	hari-	-	-	-	-	-	-	-	53	40	-	-

Perancangan sistem irigasi tanaman **anggur** berdasarkan pada **40 hari interval irigasi**.

D. C.1 Modulus Irigasi Pisang

Di bawah ini kalender tanam untuk **pisang** termasuk fraksi periode (a: area, t: waktu).

Periode Hari	No	Des	Jan	Feb	Ma	Ap	Me	Jun	Jul	Ag	Sep	Ok
Tahap pertumbuhan	awal	pertumbuhan						mulai berbuah			panen/pangkas	
a (fraksi)												
t (fraksi)												
Kc Periode	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,1	1	0,9	0,8	0,8
Spec.req mm	70											70

Keterangan : Kc : faktor tanaman
Spec.req. : kebutuhan air yang diperlukan

Data Klimatologi

Periode	No	Des	Jan	Feb	Ma	Ap	Mei	Jun	Jul	Ag	Sep	Ok
ETo	mm	96	99	90	127	120	125	117	121	133	129	127
R(50%)	mm	215	265	375	335	253	188	124	92	79	70	104
Pot.efektif %		75	65	65	65	65	70	70	75	85	80	75

Keterangan:
Pot. efektif % : persentase perkiraan jumlah curah hujan yang diserap tanah

Keperluan air setiap bulan

Periode	No	Des	Jan	Feb	Ma	Ap	Mei	Jun	Jul	Ag	Sep	Ok	
ETm	mm	38	40	50	54	89	96	113	129	121	120	103	102
ETm x a.t	mm	38	40	50	54	89	96	113	129	121	120	103	102
S x a	mm	70											70
WR	mm	108	40	50	54	89	96	113	129	121	120	103	172

Suplai air alamiah

Periode	No	Des	Jan	Feb	Ma	Ap	Mei	Jun	Jul	Ag	Sep	Ok	
R.eff.pot.	mm	161	172	244	218	164	132	87	69	59	60	83	65
R.e.p x a.t	mm	161	172	244	218	164	132	87	69	59	60	83	65
WS	mm	161	172	244	218	164	132	87	69	59	60	83	65

Keperluan air irigasi

Periode	No	Des	Jan	Feb	Ma	Ap	Mei	Jun	Jul	Ag	Sep	Ok
IR	mm	-	-	-	-	-	26	60	62	60	20	107
T irigasi	hari	30	31	31	28	31	30	31	31	31	30	31
IR	mm/hari	-	-	-	-	-	0,8	2,0	2,0	1,9	0,7	3,5

Modulus irigasi dan kebutuhan air pada tingkat Emitter

Periode	No	Des	Jan	Feb	Ma	Ap	Mei	Jun	Jul	Ag	Sep	Ok
qo	l/d/ha	-	-	-	-	-	0,09	0,23	0,23	0,22	0,08	0,41
ea	%	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
qo fld.	l/d/ha	-	-	-	-	-	0,10	0,26	0,26	0,24	0,09	0,46

Keperluan irigasi terbesar tanaman **pisang**, yaitu pada bulan Oktober: **0,46 ltr/dtk/ha**.

E. C.2 Maksimum Interval Irigasi untuk Tanaman Pisang

Rata-rata laju deplesi

Periode	No	Des	Jan	Feb	Ma	Ap	Mei	Jun	Jul	Ag	Sep	Ok	
ETm	mm/hari	1.27	1.29	1.61	1.93	2.87	3.20	3.65	4.30	3.90	3.87	3.43	3.29
R.e.f.p.	mm / hari	5.37	5.55	7.87	7.79	5.29	4.40	2.81	2.30	1.90	1.94	2.77	2.10
qd	mm/hari	-	-	-	-	-	0.84	2.00	2.00	1.93	0.66	1.19	

Total ketersediaan kandungan air dalam tanah yang siap digunakan

Periode	No	Des	Jan	Feb	Ma	Ap	Mei	Jun	Jul	Ag	Sep	Ok
D _{eff} .mm	100	300	500	700	700	700	700	700	700	700	700	700
AM	mm	20	59	95	131	131	131	131	131	131	131	131
P		0.75	0.74	0.71	0.66	0.58	0.56	0.51	0.45	0.49	0.53	0.55
% Tanah basah		40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
TRAM	mm	6.0	17.5	27.0	34.6	30.4	29.3	26.7	23.6	25.7	27.8	28.8

Maksimum interval irigasi

Periode	No	Des	Jan	Feb	Ma	Ap	Mei	Jun	Jul	Ag	Sep	Ok
ni max.	hari-	-	-	-	-	-	32	12	13	13	42	24

Perancangan sistem irigasi tanaman pisang berdasarkan pada 12 hari interval irigasi.

F. D.1 Modulus Irigasi Nanas

Di bawah ini kalender tanam untuk **nanas** termasuk fraksi periode (a: area, t: waktu).

Periode Hari	No	Des	Jan	Feb	Ma	Ap	Me	Jun	Jul	Ag	Sep	Ok
	30	31	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31
Tahap pertumbuhan	awal	pertumbuhan						mulai berbuah			panen/pangkas	
a (fraksi)	↓											
t (fraksi)	→											
Kc Perioda	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Spec.req mm	70											70

Keterangan : Kc : faktor tanaman
Spec.req. : kebutuhan air yang diperlukan

Data Klimatologi

Periode	No	Des	Jan	Feb	Ma	Ap	Mei	Jun	Jul	Ag	Sep	Ok
ETo	mm	96	99	99	90	127	120	125	117	121	133	129
R(50%)	mm	215	265	375	335	253	188	124	92	79	70	104
Pot.efektif	%	75	65	65	65	65	70	70	75	75	85	80

Keterangan:
Pot. efektif % : persentase perkiraan jumlah curah hujan yang diserap tanah

Keperluan air setiap bulan

Periode	No	Des	Jan	Feb	Ma	Ap	Mei	Jun	Jul	Ag	Sep	Ok
ETm	mm 38	40	40	45	64	60	63	59	61	67	65	51
ETm x a.t	mm 38	40	40	45	64	60	63	59	61	67	65	51
S x a	mm70											70
WR	mm108	40	40	45	64	60	63	59	61	67	65	121

Suplai air alamiah

Periode	No	Des	Jan	Feb	Ma	Ap	Mei	Jun	Jul	Ag	Sep	Ok
R.eff.pot.	mm 161	172	244	218	164	132	87	69	59	60	83	65
R.e.p x a.t	mm 161	172	244	218	164	132	87	69	59	60	83	65
WS	mm 161	172	244	218	164	132	87	69	59	60	83	65

Keperluan air irigasi

Periode	No	Des	Jan	Feb	Ma	Ap	Mei	Jun	Jul	Ag	Sep	Ok
IR	mm -	-	-	-	-	-	-	-	2	7	-	56
T irigasi	hari 30	31	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31
IR	mm/hari-	-	-	-	-	-	-	-	0,06	0,2	-	1,8

Modulus irigasi dan kebutuhan air pada tingkat Emitter

Periode	No	Des	Jan	Feb	Ma	Ap	Mei	Jun	Jul	Ag	Sep	Ok
qo	l/d/ha	-	-	-	-	-	-	-	0,007	0,02	-	0,21
ea	%	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
qo fld.	l/d/ha	-	-	-	-	-	-	-	0,008	0,02	-	0,23

Keperluan irigasi terbesar tanaman **nanas**, yaitu pada bulan Oktober: **0,23 ltr/dtk/ha**.

G. D.2 Maksimum Interval Irigasi untuk Tanaman Nanas

Rata-rata laju deplesi

Periode	No	Des	Jan	Feb	Ma	Ap	Mei	Jun	Jul	Ag	Sep	Ok
ETm	mm/hari 1,27	1,29	1,29	1,61	2,06	2,0	2,03	1,97	1,97	2,16	2,17	1,65
R.e.f.p.	mm/5,37	5,55	7,87	7,79	5,29	4,40	2,81	2,30	1,90	1,94	2,77	2,10
hari												
qd	mm/hari-	-	-	-	-	-	-	-	0,07	0,22	-	-

Total ketersediaan kandungan air dalam tanah yang siap digunakan

Periode	No	Des	Jan	Feb	Ma	Ap	Mei	Jun	Jul	Ag	Sep	Ok
D _{eff} .mm	50	100	250	350	350	350	350	350	350	350	350	350
AM	mm10	20	50	68	68	68	68	68	68	68	68	68
P		0,87	0,87	0,84	0,79	0,80	0,80	0,80	0,80	0,78	0,78	0,84
% Tanah basah	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
TRAM	mm	8,7	17,4	43,5	57,1	54,4	54,4	54,4	54,4	53,0	53,0	57,1

Maksimum interval irigasi

Periode	No	Des	Jan	Feb	Ma	Ap	Mei	Jun	Jul	Ag	Sep	Ok
ni max.	hari-	-	-	-	-	-	-	-	-	240	-	-

Perancangan sistem irigasi tanaman **nanas** berdasarkan pada **240 hari interval irigasi**.

Sekilas Tentang Penulis



R. Ismu Tribowo. Lahir pada 29 Agustus 1960 di Bogor, Provinsi Jawa Barat. Pada 1984, ia menyelesaikan pendidikan S1 Jurusan Mekanisasi Pertanian di Fakultas Teknologi Pangan dan Mekanisasi Pertanian Institut Pertanian Bogor, dan pada 1989 ia menyelesaikan pendidikan Master of Science in Soil and Water Management, Wageningen

Agriculture University, Wageningen, The Netherland.

Saat ini ia bekerja sebagai Staf Peneliti di Pusat Pengembangan Teknologi Tepat Guna-Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia di Subang, Jawa Barat. Sejak 2004 ia menempati Jabatan fungsional sebagai Ahli Peneliti Utama/ Peneliti Utama IVE di Bidang Ilmu Tanah dan Air.

Ia pernah menjadi koordinator dan anggota tim kegiatan pengembangan wilayah/peningkatan kemampuan teknologi perihal manajemen air dan teknologi beserta peralatannya di Wamena, Kabupaten Jayawijaya, Irian Jaya; Teluk Yotefa, Kabupaten Jayapura, Irian Jaya; Bebalang, Kabupaten Sangir Talaud, Provinsi Sulawesi Utara; Kabupaten Kutai, Provinsi Kalimantan Timur; Kabupaten Mentawai, Provinsi Sumatra Barat; Kabupaten Sumedang dan Indramayu, Provinsi Jawa Barat; Kaliurang, Provinsi Jawa Tengah; Kabupaten Dompus, Provinsi Nusa Tenggara Barat; Bergen, Provinsi Sumatra Selatan; dan Kabupaten Konawe Selatan, Provinsi Sulawesi Tenggara.

Ia adalah koordinator dan anggota Kelompok Peneliti bidang Pengembangan Teknologi Air dan Ekologi. Selain itu, ia menjadi narasumber/tenaga pengajar pelajaran teknologi tepat guna, khususnya masalah air dan yang terkait di Pusbangter/Instruktur AKABRI, PEMDA TK II Kabupaten Kutai, Kalimantan Timur, LATSITARDA NUSANTARA XXXI TNI. Pernah menjadi narasumber Workshop Evaluasi dan Pelatihan Pengolahan Air Bersih Labsos IPSK-Pusbang TTG perihal Perpipaan, dan narasumber Teknologi Irigasi Hemat Air untuk Tanaman Padipada kegiatan Pelatihan Teknologi Tepat Guna, kerjasama Pusbang TTG-LIPI dengan Program Nasional Pemberdayaan Masyarakat Pengembangan Infrastruktur Sosial Ekonomi Wilayah (PNPM-PISEW) dalam acara Capacity Building Aparatur Kabupaten dan Kecamatan RISE II Tahun 2015 di Pontianak, Kalimantan Barat. Ia juga sempat menjadi *reviewer Jurnal Teknologi Indonesia* tentang manajemen air dan tanah.

Perancangan Irigasi Tetes

untuk
Tanaman Hortikultura

Teknologi irigasi tetes merupakan sistem irigasi yang lebih efisien penggunaan airnya dibanding dengan sistem saluran terbuka. Penggunaan air yang lebih ekonomis serta perawatan peralatannya yang mudah menjadikan teknologi ini cukup baik digunakan pada usaha agroindustri tanaman hortikultura.

Namun, pemanfaatan teknologi irigasi tetes untuk budi daya tanaman hortikultura di Indonesia masih tergolong langka. Oleh karena itu, perlu adanya upaya-upaya guna memperkenalkan teknologi irigasi ini kepada masyarakat. Diharapkan pemerintah dan pemangku kepentingan (*stakeholder*) dapat menyosialisasikan teknologi irigasi ini kepada pelaku pertanian agar mereka mengetahui manfaat dari teknologi tersebut.

Selain itu, di dalam buku ini juga dijelaskan mengenai perhitungan kebutuhan air pada lahan pertanian. Semakin tinggi tingkat kehematan penggunaan air irigasi, akan semakin luas lahan dan tanaman yang dibudidayakan. Hal ini akan berdampak baik pada peningkatan ketahanan pangan, dalam arti produksi hasil panen lebih meningkat dibandingkan bila menggunakan irigasi konvensional yang umumnya memanfaatkan gaya gravitasi bumi dalam menyuplai air irigasinya.

Oleh karena itu, buku ini diharapkan dapat menjadi sumber informasi mengenai teknologi irigasi tetes dan implementasinya dalam usaha agroindustri tanaman hortikultura yang sangat penting tidak hanya bagi petani, tetapi juga bagi peneliti, mahasiswa, dan tentunya pemerintah.



Buku Obor

Distributor:

Yayasan Obor Indonesia
Jl. Plaju No. 10 Jakarta 10230
Telp. (021) 319 26978, 392 0114
Faks. (021) 319 24488
E-mail: yayasan_obor@cbn.net.id

LIPI Press

ISBN 978-979-799-879-0



9 789797 998790