

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **II.1 Pertanian di Indonesia**

Negara Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki lahan pertanian yang begitu luas. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) pada tahun 2016, untuk lahan sawah di negara Indonesia mencapai sekitar 8,19 juta Ha. Data sensus mengatakan bahwa penduduk menunjukkan jumlah penduduk pedesaan 50,21 %. Pengertian pertanian menurut Undang-Undang Republik Indonesia No. 16 Tahun 2006 Tentang Sistem Penyuluhan Pertanian, Perikanan, dan Kehutanan (UU SP3K) adalah pada seluruh kegiatan yang meliputi usaha tani, usaha hulu, pemasaran, agroindustri, dan jasa penunjang pengelolaan sumber daya alam hayati dalam agroekosistem yang sesuai dan secara berkelanjutan, dengan bantuan teknologi, modal, tenaga kerja manusia, dan manajemen untuk mendapatkan manfaat yang sebesar-besarnya untuk kesejahteraan masyarakat Indonesia (Vintarno, Sugandi, dan Josy Adiwisastro 2019).

Sebagai negara Indonesia dengan lahan pertanian yang sangat luas, lahan pertanian di negara Indonesia terbagi menjadi dua jenis yaitu lahan irigasi dan non-irigasi. Lahan persawahan irigasi memanfaatkan saluran irigasi sebagai penyedia air utama untuk memenuhi kebutuhan pada lahan persawahan. (Pratiwi dan Sofandi 2022).

Berdasarkan latar belakang irigasi tidak hanya untuk persawahan saja yang mempunyai lahan sangat luas, akan tetapi ada tipe irigasi yang khusus untuk tanaman hortikultura yang bisa digunakan sekalipun di lahan yang kering, dibawah akan menjelaskan irigasi pada umumnya dan irigasi tetes otomatis pada khususnya.

#### **II.2 Irigasi**

Irigasi adalah suatu sistem atau metode pengaturan dan pengaliran air ke lahan pertanian atau ke area yang membutuhkan air, seperti taman, kebun, atau keperluan industri. Tujuan utama dari irigasi adalah untuk meningkatkan produktivitas dan hasil panen tanaman dengan memastikan bahwa tanaman mendapatkan cukup air yang diperlukan untuk tumbuh dan berkembang dengan baik. Sistem irigasi

melibatkan teknologi dan infrastruktur seperti saluran air, pompa, pipa, dan perangkat pengatur air lainnya untuk mengatur aliran air ke lahan pertanian. Irigasi juga dapat membantu mengurangi risiko kekeringan dan meningkatkan ketahanan pangan dalam bidang pertanian. Irigasi adalah salah satu komponen penting dalam bidang pertanian untuk peningkatan efisiensi dan produksi pada pertanian. Dengan melalui perancangan sistem irigasi yang memperhatikan aspek-aspek pada kondisi tanah, kebutuhan air tanaman dan iklim mikro, maka efisiensi penggunaan air dapat ditingkatkan yang selanjutnya akan meningkatkan produksi dan produktifitas usaha tani secara menyeluruh (Prabowo dan Wiyono 2006).

### **II.3 Sistem Irigasi Tetes**

Irigasi tetes pertama kali diterapkan di negara Jerman pada tahun 1869 dengan menggunakan pipa tanah liat dan di Amerika berkembang mulai pada tahun 1913 dengan menggunakan pipa berperforasi. Pada tahun 1940 irigasi tetes banyak digunakan di rumah-rumah kaca di negara Inggris. Penerapan irigasi tetes di lapangan kemudian berkembang di negara Israel pada tahun 1960 (Wijayanto dkk. 2019).

Sistem irigasi tetes adalah suatu sistem yang dirancang untuk memberikan air secara langsung ke akar tanaman melalui pipa atau selang dengan tekanan yang rendah dan laju aliran air yang lambat. Sistem ini bertujuan untuk menghemat air dan meningkatkan efisiensi penggunaan air dalam pertanian atau kebun. Tujuan dari sistem irigasi tetes adalah untuk memenuhi kebutuhan air pada tanaman tanpa harus membasahi keseluruhan lahan, sehingga mengurangi kehilangan air akibat penguapan yang berlebihan, pemakaian air lebih efisien, mengurangi limpasan, serta mengurangi pertumbuhan gulma atau tumbuhan yang tumbuh di sekitar tanaman. Ciri- ciri irigasi tetes adalah debit air yang kecil selama periode waktu yang telah di tentukan (Hansen, W, dan Israelsen 1986).

Seiring berjalannya waktu dan teknologi semakin canggih sistem irigasi tetes bisa di kontrol secara otomatis yang meliputi dari beberapa alat elektronik untuk memerintah dan mengatur keadaan dari suatu sistem tersebut. Sistem kendali otomatis merupakan dari sebuah sistem yang meliputi pengontrolan variabel-variabel seperti temperatur, tekanan, aliran, ketinggian, dan kecepatan. Untuk

mengimplementasikan teknik sistem kendali otomatis akan diperlukan beberapa keahlian atau keilmuan diantaranya pada bidang teknologi mekanik (*mechanical engineering*), teknik elektrik (*electrical engineering*), elektronik dan sistem pneumatik (Ardiansah dkk. 2018).



**Gambar II. 1** Irigasi Tetes

(Sumber: Greenhouse Cibodas-Lembang)

### **II.3.1 Kelebihan dan Kekurangan Irigasi Tetes**

Adapun kelebihan dari sistem irigasi tetes, yaitu:

Kelebihan Irigasi Tetes

1. Meningkatkan nilai guna air

Air yang digunakan pada sistem irigasi tetes otomatis lebih sedikit dibandingkan dengan metode yang lain dan tumbuhan gulma juga di perkecil karena proses penyiraman nya langsung ke perakaran tanaman.

2. Meningkatkan pertumbuhan dan hasil panen.

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

3. Meningkatkan efisiensi dan efektifitas pemberian pupuk

Pemberian pupuk pada metode ini dicampur dengan air irigasi yang disebut dengan fertigasi, sehingga pupuk yang digunakan menjadi lebih sedikit.

4. Meningkatkan efisiensi dan efektifitas pemberian pupuk  
Pemberian pupuk pada metode ini dicampur dengan air irigasi yang disebut dengan fertigasi, sehingga pupuk yang digunakan menjadi lebih sedikit.
5. Mereduksi resiko penumpukan garam dan pertumbuhan gulma  
Pemberian air yang terus menerus dapat melarutkan garam dari perakaran tanaman dan menjauhkan dari pertumbuhan gulma
6. Hemat tenaga kerja manusia.  
Menghemat tenaga kerja manusia karena *maintenance opration* sudah otomatis melalui sistem irigasi tetes (Ibnu Asmad 2015).

Adapun kekurangan dari sistem irigasi tetes, yaitu:

#### Kekurangan Irigasi Tetes

1. Memerlukan perawatan berkala  
Pada sistem irigasi tetes otomatis sering terjadi penyumbatan dan hal itu sangat mempengaruhi pada debit air.
2. Meningkat penumpukan garam  
Apabila air yang digunakan mengandung garam yang sangat tinggi dan pada daerah yang kering, dapat mengakibatkan penumpukan garam yang tinggi.
3. Membatasi pertumbuhan pada tanaman  
Dengan air yang dibatasi, apabila perhitungan kebutuhan air pada tanaman tidak tepat, maka akan mempengaruhi pertumbuhan.
4. Biaya dan teknik  
Karena biaya pembuatan sistem irigasi tetes otomatis cukup mahal dan perlu keterampilan untuk merancang, mengoperasikan, dan perawatannya. (Ibnu Asmad, 2015).

#### II.3.2 Alat dan Bahan Penelitian

1. Mikrokontroler, perangkat pengendali otomatis.
2. RTC DS1308 (*real time clock*), jam elektronik berupa chip yang dapat menghitung waktu dengan akurat dan menjaga atau menyimpan data waktu tersebut secara *real time*.
3. Sensor DHT11, sensor suhu dan kelembaban relatif.

4. Sensor Kelembaban Tanah YL-69, sensor kelembaban tanah.
5. Kabel Jumper, penghubung rangkaian mikrokontroler.
6. *Solenoid Valve*, katup yang menutup dan terbuka secara otomatis.
7. *Relay*, pemutus dan penyambung tegangan.
8. *Power DC 12 Volt*, sumber tegangan listrik sebesar 5 volt.
9. *Breadboard*, tempat merangkai mikrokontroler.
10. Pompa Air, sumber pendorong air ke jaringan irigasi.
11. Bak Penampung, tempat untuk menampung air irigasi.
12. *Emitter*, media pemberian air.
13. Selang, media saluran air.
14. Arduino IDE, membangun perangkat lunak mikrokontroler.

## **II.4 Air**

Air adalah hal yang terpenting bagi tanaman karena tanaman memerlukannya untuk melakukan berbagai proses biologis, seperti fotosintesis dan menjadi salah satu faktor yang akan menentukan dalam proses produksi pertanian. Maka dari itu, investasi irigasi adalah hal yang sangat penting dan praktis dalam penyediaan air untuk lahan pertanian. Untuk memenuhi kebutuhan air, maka air harus diberikan dalam jumlah, waktu, dan mutu yang telah ditentukan, jika tidak ditentukan maka akan mempengaruhi masa pertumbuhan dan hal selanjutnya akan mempengaruhi hasil dari pertanian (Darmawan, Kumara, dan Khrisne 2021).

### **II.4.1 Sumber Air**

Sumber air di lahan yang kering bisa menggunakan berupa sumur bor, embung, dan sungai. Air dari sumber air dipompa melalui pipa menuju reservoir atau bak penampungan air yang mempunyai ketinggian lebih besar dibanding ketinggian permukaan lahan. Sumber energi untuk menggerakkan pompa berupa energi listrik, dapat memakai energi listrik. Jika tidak tersedia dipakai sumber energi listrik yang berasal dari sel surya. Untuk daerah-daerah terpencil pemakaian energi listrik

dengan sel surya lebih efektif karena harga peralatan sel surya semakin murah (Sasmito dkk. 2021).

#### II.4.2 *Reservoir*

Air yang berasal dari sumber air dipompa dan dialirkan menuju *reservoir* atau bak penampungan air yang dapat berupa tangki air, drum, atau semacamnya. Elevasi dasar *reservoir* dibuat lebih tinggi dari lahan agar tersedia tinggi tekanan yang cukup untuk mengalirkan air secara gravitasional ke lahan pertanian dan selanjutnya air didistribusikan ke lahan pertanian melalui pipa ke blok irigasi *mikro* tempat tanaman ditanam (Sasmito dkk. 2021).

#### II.4.3 Blok Irigasi Tetes

Air dari pipa distribusi ke lahan blok irigasi mikro melalui pipa pembagi yang diberi lubang berdiameter kecil untuk meneteskan air langsung ke perakaran tanaman. Jarak lubang tetes ini disesuaikan dengan jarak tanamannya (Sasmito dkk. 2021).

#### II.5 Kebutuhan Air Pada Tanaman

Menurut Prabowo dan Wiyono pada tahun 2006 mengatakan bahwa kebutuhan air pada tanaman adalah suatu faktor yang sangat mempengaruhi bagi pertumbuhan tanaman. Dapat dilihat pada tabel II.1 adalah hasil dari penelitian yang menunjukkan kebutuhan air pada tanaman kacang tanah, cabai dan jagung.

**Tabel II. 1** Kebutuhan air pada tanaman kacang tanah, cabai dan jagung pada tanah latosol di BBP Mektan, Serpong (Sumber: Prabowo dan Wiyono 2006)

Komoditi	Umur Panen (hari)	Tanggal	ETo (mm/periode)	Kc	Eta (mm/periode)
Kacang Tanah	140	7/9	81.08	0.40	32.43
		27/9	77.52	0.53	41.09
		17/10	73.52	0.95	69.84
		6/11	69.38	1.15	79.79

		26/11	65.43	1.15	75.24
		16/12	62.27	1,06	66.01
		5/1	63.31	0.75	47.28
	Jumlah				411.88
Cabai	130	7/8	85.16	0.10	8.52
		27/8	82.75	0.18	14.90
		16/9	79.55	0.66	52.50
		6/10	75.76	1.14	86.37
		26/10	71.65	1.20	85.98
		15/11	67.56	1.17	79.05
		5/12	32.34	1.05	33.96
	Jumlah				361.26
Jagung	135	15/9	70.41	0.30	21.12
		5/10	66.38	0.44	29.21
		25/10	62.84	0.87	54.67
		14/11	62.70	1.19	74.61
		4/12	65.38	1.20	78.46
		24/12	68.65	1.06	72.77
		13/1	53.86	0.66	35.55
	Jumlah				366.39

Keterangan:

ETo = Evapotranspirasi tanaman

Eta = Kebutuhan air tanaman

Kc = Nilai koefisien tanaman

Pada tabel II.2 adalah hasil dari penelitian yang menunjukkan kebutuhan air pada tanaman bayam selama simulasi percobaan.

**Tabel II. 2** Kebutuhan air pada tanaman bayam selama dilakukan simulasi (Sumber:Fajar, Abdullah, dan Priyati 2018)

Periode Pertumbuhan	Umur Tanaman (HST)	Etc (mm/hari)	Volume Air (ml/hari)	Jumlah Emitter	Total Penggunaan Air (ml/emitter/hari)
Awal	1-10	1,16	76	10	760
Tengah	11-20	4,65	200	10	2000
Akhir	21-28	2,32	100	10	1000

## II.6 Kebutuhan Pupuk Pada Tanaman

Untuk kesuburan pada tanaman tidak hanya air saja yang dibutuhkan, Ranga dan Setyono mengatakan bahwa pemberian pupuk organik juga sangat diperlukan. Pupuk anorganik yang mengandung unsur nitrogen dan sering dijumpai yaitu pupuk Urea dan ZA. Dengan pemberian pupuk anorganik atau pupuk buatan, khususnya pupuk ZA, diharapkan mampu menambah kandungan N pada tanah dan dapat mengatasi kekurangan N pada tanah, dimana pupuk ZA bersifat sangat masam dan diharapkan dapat menurunkan pH tanah, sehingga dapat meningkatkan kadar N tanah, serapan N dan hasil tanaman pak choy.

Setiap tanaman hortikultura mempunyai karakteristik kebutuhan pupuk masing-masing, pada tabel II.3 kebutuhan pupuk pada tanaman hortikultura jenis pak choy (*Brassica rapa L. var chinensis*).

**Tabel II. 3** Rata-rata tinggi tanaman yang dipengaruhi pemberian beberapa dosis pupuk dan media tanam pada berbagai umur pengamatan (Sumber:Putra dan Tyasmono 2017)

Perlakuan	Tinggi Tanaman (cm)			
	7 hst	14 hst	21 hst	28 hst
Dosis Pupuk ( NPK : Urea : ZA)				
P0 (kontrol)	3,64 a	5,88 a	8,93	11,52
P1 ( 50 kg/ha : 75 kg/ha : 50 kg/ha)	4,22 b	6,26 a	8,43	11,52

Perlakuan	Tinggi Tanaman (cm)			
	P2 (75 kg/ha : 100 kg/ha : 75 kg/ha)	4,84 c	6,44 a	8,32
P3 (100 kg/ha : 125 kg/ha : 100 kg/ha)	5,19 c	6,71 b	9,23	12,13
BNT 5%	0,61	0,88	tn	tn
Media Tanam : Tanah : kompos : sekam				
M1 (6: 3 : 1)	3,23 a	5,27 a	7,09 a	10,08 a
M2 (3 : 2 : 1)	4,13 b	6,35 b	8,91 b	12,04 b
M3 (1 : 1 : 1)	6,07 c	7,36 c	10,18 c	13,00 b
BNT 5%	0,61	0,88	1.22	0,99

**Tabel II. 4** Rata-rata Jumlah Daun Tanaman yang Dipengaruhi Pemberian Beberapa Dosis Pupuk dan Media Tanam pada Berbagai Umur Pengamatan (Sumber: Putra dan Tyasmono 2017)

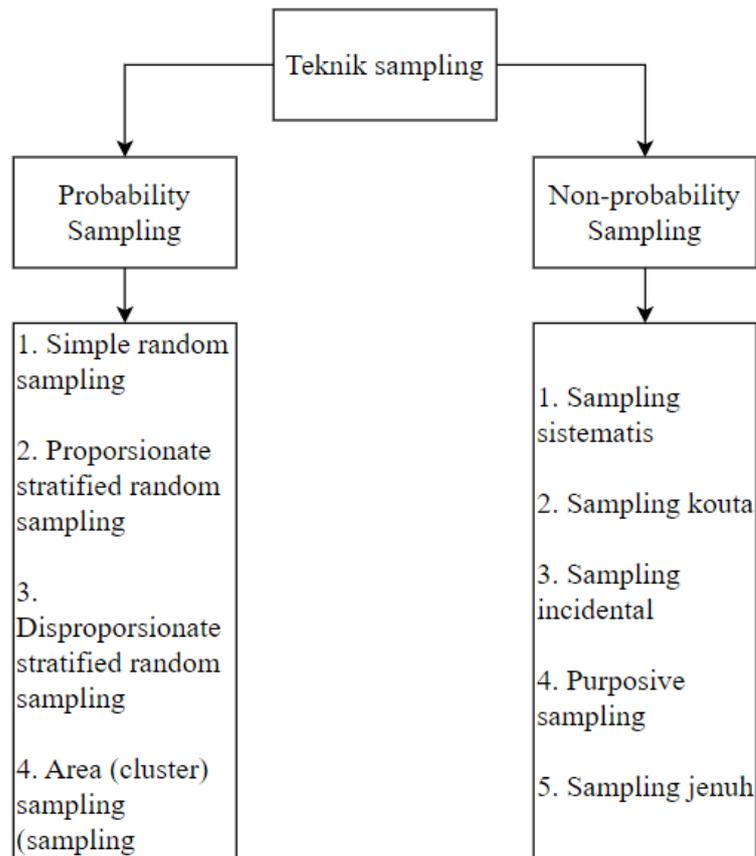
Perlakuan	Jumlah Daun (helai)			
	7 hst	14 hst	21 hst	28 hst
P0M1	2,67	4,00	6,67	9,83 ab
P0M2	3,00	4,33	7,00	9,67 a
P0M3	3,33	4,50	7,30	10,00 ab
P1M1	3,17	4,67	7,83	10,33 ab
P1M2	3,00	4,50	7,67	10,00 ab
P1M3	3,00	4,00	7,17	9,83 ab
P2M1	3,17	4,17	7,17	9,50 a
P2M2	3,67	5,33	7,67	10,33 ab
P2M3	2,83	4,17	7,00	9,50 a
P3M1	3,17	4,50	7,17	9,83 ab
P3M2	3,50	4,83	7,17	9,83 ab
P3M3	4,17	5,67	7,50	12,67 b
BNT 5%	tn	tn	tn	0,987

## II.7 Teknik Pengambilan Sampling Pada Penelitian

Teknik *sampling* atau perwakilan bisa dikatakan sebagian dari jumlah yang dimiliki oleh suatu populasi, contoh: 3 buah bagian dari 10 buah, jadi dari 10 buah bisa

diambil 3 buah. Pengukuran *sampling* dilakukan melalui statistik atau berdasarkan pada estimasi penelitian guna untuk menentukan besarnya *sampling* yang akan diambil dalam melaksanakan penelitian suatu objek tersebut. Pengambilan besar teknik *sampling* ini harus dilakukan sedemikian rupa sehingga bisa diperoleh *sampling* yang dapat menggambarkan keadaan populasi yang sebenarnya (Abdhal 2023).

Teknik *sampling* di bagi menjadi 2 bagian, dapat dilihat pada gambar II.2:



**Gambar II. 2** Teknik Sampling

(Sumber: (Saleh 2017))

Untuk lebih memahami penjelasan dari teknik pengambilan *sampling* pada gambar diatas, akan diuraikan sebagai berikut:

### II.7.1 *Probability Sampling*

*Probability sampling* merupakan sejenis yang dilakukan pengambilan sampelnya secara random atau secara acak. Metode ini memberikan seluruh populasi

kemungkinan atau kesempatan yang sama untuk menjadi sampel terpilih (Saleh 2017).

Ada beberapa jenis mengenai *probability sampling* atau metode acak, yaitu:

### 1. *Simple random sampling*

Jenis *simple random sampling* merupakan pengambilan sampel secara acak melalui cara yang sederhana seperti pengundian atau dipilih sesuai keinginan peneliti.

Adapun kelebihan dan kelemahan dari metode ini, yaitu:

- Kelebihan penggunaan metode ini yaitu bisa mengurangi bias atau kecenderungan berpihak pada anggota populasi yang lainnya dan dapat mengetahui adanya kesalahan baku dalam penelitian.
- Kelemahan dalam penggunaan metode ini yaitu rendahnya jaminan mengenai sampel yang terpilih dapat mewakili populasi yang lainnya (Abdhul 2023).

### 2. *Proportionate Stratified Random Sampling*

*Proportionate Stratified Random Sampling* digunakan jika populasi terdiri dari beberapa kelompok yang mempunyai susunan bertingkat, seperti tingkatan tinggi, sedang dan rendah. Keuntungan menggunakan teknik ini yaitu meningkatkan keterwakilan dan memungkinkan peneliti mempelajari perbedaan jika ada antara variasi sub-kelompok populasi (Saleh 2017).

### 3. *Disproportionate Stratified Random Sampling*

Teknik *Disproportionate Stratified Random Sampling* digunakan untuk menentukan jumlah sampel apabila populasi berstrata (bertingkat) tetapi kurang proporsional (berimbang). Misalnya ada pegawai dari unit kerja tertentu mempunyai lulusan S3 = 4 orang, lulusan S2 = 5 orang, lulusan S1 = 80 orang, lulusan SMA/SMK = 700 orang dan lulusan SMP 600 orang, maka 4 orang dari lulusan S3 dan 5 orang lulusan S2 diambil semuanya dan dijadikan sebagai sampel. Hal ini dilakukan karena lulusan S3 dan S2 terlalu kecil dibanding kelompok S1, SMA/SMK, dan SMP. Dan demikian bisa dikatakan bahwa teknik pengambilan sampel *Disproportionate Stratified Random Sampling* adalah teknik pengambilan sampel terhadap populasi yang berstrata (bertingkat) namun

jumlah anggota populasi setiap strata tidak proporsional (seimbang) (Saleh 2017).

#### 4. Area (*cluster*) sampel (*sampling*)

Teknik pengambilan area *sampling* ini menentukan sampel berdasarkan kelompok wilayah dari sebuah anggota populasi pada penelitian. Pada teknik area *sampling* ini subyek penelitian akan dikelompokkan menurut area atau tempat domisili anggota populasi tersebut. Tujuannya antara lain untuk meneliti tentang suatu hal pada bagian-bagian yang berbeda di dalam suatu wilayah tersebut. Misalnya peneliti ingin mengetahui tingkat partisipasi masyarakat kota Bandung terhadap program pemerintah daerah. Maka peneliti akan menentukan sampel dari wilayah-wilayah yang tersebar di kota Bandung. Bisa dilakukan pada tingkat kecamatan, desa, hingga dusun (Abdhul 2023).

### II.7.2 *Non-probability Sampling*

*Non-probability sampling* merupakan pemilihan sampel yang dilakukan dengan pertimbangan-pertimbangan peneliti, sehingga dengan tipe *non-probability sampling* ini membuat semua anggota populasi tidak mempunyai kesempatan untuk dijadikan sampel. *Non-probability sampling* dikembangkan untuk menjawab kesulitan yang timbul dalam menerapkan teknik *probability sampling*, terutama untuk menghemat biaya dan permasalahan dalam pembuatan teknik sampel (Saleh 2017).

Menurut Supardi pada tahun 1993 mengatakan bahwa teknik *non-probability sampling* akan sesuai jika dipilih dari populasi yang bersifat tidak terbatas (*infinite*) atau besaran anggota populasinya belum atau tidak dapat ditentukan terlebih dahulu sebelumnya (Abdhul 2023).

Ada beberapa jenis mengenai *probability sampling* atau metode acak, yaitu:

#### 1. Sampling Sistematis

Menurut Sugiono pada tahun 2014 mengatakan bahwa sampling sistematis adalah teknik pengambilan sampel berdasarkan urutan dari anggota populasi

yang telah diberi nomor urut. Misalnya anggota populasi 50 orang. Dari semua anggota tersebut diberi nomor urut yaitu nomor 1 sampai nomor 50. Pengambilan sampel dapat dilakukan dengan nomor ganjil atau genap atau dari kelipatan bilangan tertentu. Misalnya kelipatan bilangan lima sehingga yang diambil sebagai sampel adalah nomor 1, 5, 10, 15, 20, dan seterusnya sampai 50 (Saleh 2017).

## 2. Sampling Kuota

Sampling kuota merupakan teknik untuk menentukan sampel dari populasi atau suatu kelompok yang mempunyai ciri-ciri tertentu sampai jumlah yang di butuhkan. Pada teknik sampling kuota ini, yang terlebih dahulu untuk dilakukan oleh peneliti adalah menentukan kuota atau jumlah sampel yang di butuhkan kemudian mengambil sampel sesuai kuota yang telah ditentukan. Contoh: Jika peneliti akan meneliti pendapat mahasiswa tentang metode yang digunakan oleh dosen dalam ngajar mengajar dengan sampel yang ditentukan 50 orang, maka apabila pengumpulan data belum mencapai target dari 50 orang mahasiswa tersebut, maka penelitian akan dinyatakan belum selesai. Jika data sudah mencapai 50 orang mahasiswa, maka penelitian di nyatakan sudah selesai atau mencapai target (Saleh 2017).

## 3. Sampling Insidental

Sampling insidental adalah teknik penentuan sampel berdasarkan secara kebetulan, yang berarti anggota sampel berdasarkan anggota populasi yang secara kebetulan bertemu dengan peneliti apabila objek dianggap tepat untuk dijadikan sebagai sumber data untuk yang lainnya. Atau dengan kata lain bahwa sampel insidental ini merupakan sampel yang diambil berdasarkan faktor spontanitas, yang artinya siapa saja yang secara tidak sengaja bertemu dengan peneliti dan sesuai dengan karakteristiknya, maka objek tersebut dapat dijadikan sebagai sampel. Tanpa kriteria peneliti bebas memilih yang mana saja untuk dijadikan sebagai sampel (Saleh 2017).

## 4. *Purposive Sampling*

*Purposive* (sengaja) *sampling* adalah teknik penentuan sampel dengan mempertimbangkan tertentu atau bisa dikatakan bahwa *purposive* (sengaja) *sampling* merupakan teknik penarikan sampel yang dilakukan berdasarkan karakteristiknya yang ditetapkan terhadap elemen populasi target yang

disesuaikan dengan tujuan atau masalah penelitian. Dalam perumusan kriterianya dan pengalaman peneliti sangat berperan. Penentuan kriteria ini dimungkinkan karena peneliti mempunyai pertimbangan-pertimbangan tertentu didalam pengambilan sampelnya (Saleh 2017).

#### 5. Sampling Jenuh

Sampling jenuh adalah teknik sampel dimana semua anggota populasi dijadikan sebagai sampel penelitian. Teknik sampel ini masih menimbulkan pro dan kontra diantara beberapa peneliti. Sebahagian menyatakan bahwa sampel jenuh tidak dapat digunakan jika semua populasi dijadikan sebagai sumber data tanpa diwakili oleh beberapa sumber data, dengan kata lain berarti tidak ada sampel sehingga penelitiannya merupakan penelitian populasi bukan sampel. Istilah lain sampling jenuh adalah sensus dimana semua anggota populasi dijadikan sebagai sampel penelitian (Saleh 2017).

### II.7.3 Tujuan Pengambilan *Sampling*

Menurut Prof. I Wayan Susila pengajar dari Universitas Udayana menulis bahwa dari tujuan pengambilan *sampling* adalah untuk membantu peneliti dalam mengatasi keterbatasan-keterbatasan yang dapat peneliti jumpai di lapangan, yaitu:

1. Apabila terjadi populasi yang terlalu banyak atau jangkauannya yang terlalu luas sehingga tidak memungkinkan untuk melakukan pengambilan data pada keseluruhan dari populasi.
2. Terjadinya kendala dalam hal keterbatasan tenaga, waktu, dan biaya.
3. Adanya asumsi awal bahwa keseluruhan dalam populasi bersifat seragam sehingga bisa diwakili oleh beberapa *sampling* yang akan diambil.

### II.8 Biaya Usaha Pertanian

Menurut (Manono, Ruauw, dan Gisela Tarore 2021) Biaya usaha di bidang pertanian biasanya diklasifikasikan menjadi dua bagian, yaitu:

1. Biaya Tetap (*fixed cost*) adalah biaya yang relatif jumlahnya dan terus dikeluarkan walaupun produksi yang dihasilkan banyak atau sedikit. Jadi,

besarnya biaya tetap ini tidak tergantung pada besar kecilnya biaya produksi yang dihasilkan. Biaya ini terdiri dari pajak dan penyusutan alat produksi.

2. Biaya Variabel (*variable cost*) adalah biaya yang besar kecilnya dipengaruhi oleh produksi yang dihasilkan. Biaya ini terdiri dari biaya produk, pemeliharaan, bibit, pupuk, pestisida, biaya panen dan lain-lainnya.

### II.8.1 Biaya Tetap (*Fixed Cost*)

Biaya tetap (*fixed cost*) usaha pertanian terdiri dari biaya penyusutan, biaya pajak dan biaya bunga modal.

1. Biaya Penyusutan

Biaya penyusutan merupakan penurunan nilai suatu yang disebabkan oleh bertambahnya umur alat produksi, terjadinya kerusakan atau pengurangan kualitas yang sudah ditentukan. Biaya penyusutan rata-rata usaha pertanian yaitu sebesar Rp. 23.531,25.

2. Biaya Pajak

Biaya pajak merupakan biaya tanah yang di bayar per tahunnya. Berdasarkan hasil penelitian biaya pajak biasanya ditanggung oleh pemilik lahan sendiri. Pajak yang dimaksud adalah pajak bumi dan bangunan (PBB). Besarnya pajak yang dibayarkan petani dari luasan yang ada rata-rata sebesar Rp3.424

3. Biaya Bunga Modal

Biaya bunga modal didasarkan pada bunga Bank yaitu sebesar 8% per tahunnya atau sebesar 2% per musim tanam. Besarnya biaya bunga modal rata-rata di bidang usaha pertanian yaitu sebesar Rp178.098.

Akumulasi dari biaya tetap (*fixed cost*) usaha pertanian bisa dilihat pada tabel II.5.

**Tabel II. 5** Jumlah Biaya Tetap (*Sumber: Manono, Ruauw, dan Gisela Tarore 2021*)

Jenis Biaya	Jumlah (Rp)
Biaya Penyusutan	23.531,25
Biaya Pajak	3.424
Biaya Bunga Modal	178.098
Total	205.053

## II.8.2 Biaya Variabel (*Variabel Cost*)

Biaya variabel (*variabel cost*) pada usaha pertanian terdiri dari benih, pupuk, pestisida, tenaga kerja, dan biaya pengangkutan.

### 1. Biaya Benih

Benih yang digunakan adalah benih servo yang harga benih tersebut sebesar Rp165.000 per sachet. Biaya benih yang dikeluarkan oleh petani rata-rata sebesar Rp462.000. jumlah benih yang digunakan untuk rata-rata luasan yang ada adalah 17,7778 sachet.

### 2. Biaya Pupuk

Pupuk yang digunakan pada tanaman hortikultura ada beberapa macam yaitu pupuk SP 36, pupuk bisa yang membuat tanaman tumbuh dengan subur serta hasil panen yang baik, pupuk ponska membuat batang tanaman menjadi kuat sehingga tanaman tidak mudah roboh serta mampu membesarkan buah, sedangkan pupuk KCL yang mampu meningkatkan hasil panen serta membuat tanaman lebih tahan serangan dari hama dan juga dari penyakit. Biaya pengeluaran pupuk rata-rata sebesar Rp490.250.

### 3. Biaya Pestisida

Pestisida yang digunakan pada tanaman hortikultura ada beberapa macam yaitu: pestisida score untuk mengendalikan penyakit bercak-bercak pada daun. Pestisida abacel yang efektif untuk memberantas hama dan juga pestisida ekstratin untuk membasmi ulat-ulat tanaman yang merusak kualitas pada tanaman. Biaya pengeluaran pestisida rata-rata sebesar Rp594.625.

### 4. Biaya Tenaga Kerja

Tenaga kerja dalam usaha pertanian ada tenaga kerja laki-laki dan perempuan, yaitu sebesar Rp. 150.000 untuk tenaga kerga laki-laki dan sebesar Rp. 100.000 untuk tenaga kerja perempuan. Tenaga kerja yang dimaksud adalah tenaga kerja yang melakukan kegiatan penanaman, pemupukan, penyiangan, pengendalian hama dan sampai panen. Biaya tenaga kerja total rata-rata yang dikeluarkan yaitu sebesar Rp 5.145.500.

### 5. Biaya Transportasi

Biaya transportasi untuk usaha pertanian hortikultura yaitu tarif angkutan untuk mengangkut hasil yang telah di panen, pengangkutan hingga kepasar atau

swalayan dan ada juga yang mengangkut ke rumah pembeli karena pembeli langsung pesan ke rumah petani. Biaya pengangkutan rata-rata yang dikeluarkan petani yaitu sebesar Rp75.000.

Akumulasi dari biaya variabel (*variabel cost*) usaha pertanian bisa dilihat pada tabel II.6.

**Tabel II. 6** Jumlah Biaya Variabel (*Sumber:Manono, Ruauw, dan Gisela Tarore 2021*)

Jumlah Biaya	Jumlah (Rp)
Biaya Benih	462.000
Biaya Pupuk	490.250
Biaya Pestisida	594.625
Biaya Tenaga Kerja	5.145.500
Biaya Transportasi	75.000
Total	6.767.375

## II.9 Analisis Ekonomi

Untuk mengetahui dari segi kelayakan biaya infrastruktur dan biaya produksi secara ekonomi, maka perlu perhitungan menggunakan *Benefit Cost Ratio* (BCR) dan *Break Even Point* (BEP), sebagai berikut:

### II.9.1 *Benefit Cost Ratio* (BCR)

Menurut Karim pada tahun 2011 mengatakan bahwa penilaian penanaman modal dalam proyek investasi berdasarkan *Benefit Cost Ratio* (BCR) adalah suatu metode penilaian proyek investasi dengan menggunakan ukuran perbandingan antara *present value of proceeds* atau benefit dengan *present value of capital outlay* atau *present value cost*. Proyek investasi bisa dikatakan menguntungkan apabila perbandingan tersebut menghasilkan nilai minimal 1 atau  $PV\ Proceeds/PV\ Capital\ Outlay > 1$  (Ruminta 2020).

Adapun rumus *Benefit Cost Ratio* (BCR) sebagai berikut:

$$\text{BCR} = \frac{\text{PV Dari Manfaat}}{\text{PV Dari Biaya}} \quad (\text{II.1})$$

Keterangan:

PV = *Present Value*

BCR = *Benefit Cost Ratio*

### II.9.2 *Break Even Point* (BEP)

Metode *Break Even Point* (BEP) adalah titik kembali pokok dimana total *revenue* = total cost. Terjadinya titik kembali pokok tergantung pada lama arus penerimaan sebuah proyek dapat menutupi segala biaya operasi dan pemeliharaan beserta biaya modal lainnya. Selama perusahaan masih berada di bawah titik BEP, maka selama itu juga perusahaan masih di titik kerugian. Semakin lama sebuah perusahaan mencapai titik kembali pokok, maka semakin besar saldo rugi karena keuntungan yang diterima masih menutupi biaya yang dikeluarkan (Manono, Ruauw, dan Gisela Tarore 2021).

Adapun rumus *Break Even Point* (BEP) sebagai berikut:

$$\text{BEP} = \frac{\text{FC}}{1 - \frac{\text{VC}}{\text{S}}} \quad (\text{II.2})$$

Keterangan:

FC = Biaya tetap

VC = Biaya variabel

S = Sales volume atau penerimaan

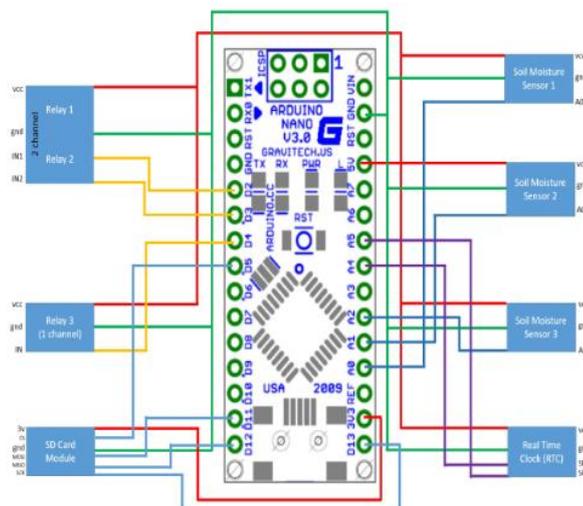
BEP Harga Produksi =  $\frac{\text{Total Biaya Produksi}}{\text{Volume Produksi}}$

BEP Volume Produksi =  $\frac{\text{Total Biaya Produksi}}{\text{Harga Produksi}}$

## II.10 Hasil Penelitian Terdahulu

### II.10.1 Rancang Bangun Sistem Irigasi Tetes Otomatis Berbasis Perubahan Kadar Air Tanah Dengan Menggunakan Mi Krokontroler Arduino Nano (Franata 2014)

Penelitian ini dilakukan atas dasar untuk perancangan alat yang mampu mengatasi permasalahan, yaitu dengan cara merancang suatu sistem kendali otomatis pengatur pemberian irigasi tetes dengan menggunakan alat mikrokontroler yang mampu bekerja berdasarkan perubahan kadar air tanah. Tekstur tanah didapatkan dengan cara menggunakan metode segitiga tekstur, yaitu dengan mencari persentase kandungan pasir dan debu pada masing-masing sampel tersebut. Untuk sistem kendali yaitu *Arduino Nanio* yang di rangkai dengan modul sensor untuk pendukungnya, yaitu: *soil moisture sensor*, *relay*, *RTC*, dan *data logger / SD card module*. Perubahan kadar air tanah dibaca oleh *soil moisture sensor*. Kemudian besar pembacaan sensor diteruskan melalui *Arduino Nano* untuk diproses bahasa pemrograman. Sistem ini bekerja dengan batasan minimum pada nilai titik kritis dan batasan maksimum pada nilai kapasitas lapang, setelah mencapai batasan minimum dan maksimum, maka *Arduino Nano* meneruskan sebagai *output* pada *relay* dan *relay* memberikan sinyal *on/off* pada pompa irigasi tetes. Kemudian irigasi tetes otomatis diperintah dengan mikrokontroler melalui pembacaan kadar air tanah.



**Gambar II. 3** Rancangan Sistem Kendali Otomatis  
(Sumber: (Franata 2014))

Pengujian keseragaman irigasi tetes dilakukan dengan cara mengambil sampel terlebih dulu pada masing-masing media tanamnya. *Drip* pada masing-masing tanaman dicabut kemudian dialirkan ke dalam gelas air mineral selama 5 menit. Volume air yang ditampung di gelas air mineral tersebut digunakan sebagai data untuk mengukur keseragaman pada irigasi. Keseragaman irigasi tetes dihitung berdasarkan rumus Christiansen pada tahun 1942.

Adapun rumusnya sebagai berikut:

Rumus Christiansen

$$D = \sqrt{\frac{\sum(y_i - \bar{y})^2}{n - 1}} \quad (\text{II.3})$$

$$CU = 100\% \left( 1 - \frac{D}{\bar{y}} \right) \quad (\text{II.4})$$

Keterangan:

- CU = Koefisien keseragaman
- D = Simpangan baku
- $\bar{y}$  = Nilai rata-rata
- $y_i$  = Nilai Pengamatan
- n = Jumlah Pengamatan

Pada tabel II.5 adalah kriteria dari keseragaman irigasi tetes

**Tabel II.1** Kriteria Keseragaman Irigasi Tetes (*Sumber: Franata 2014*)

Kriteria Keseragaman Irigasi Tetes	<i>Coefficient of Uniformity (CU) (%)</i>	<i>Statistical Uniformity (SU) (%)</i>
Sangat Baik	94-100	95-100
Baik	81-87	85-90
Cukup Baik	68-75	75-80
Jelek	56-62	65-70
Tidak Layak	<50	<60

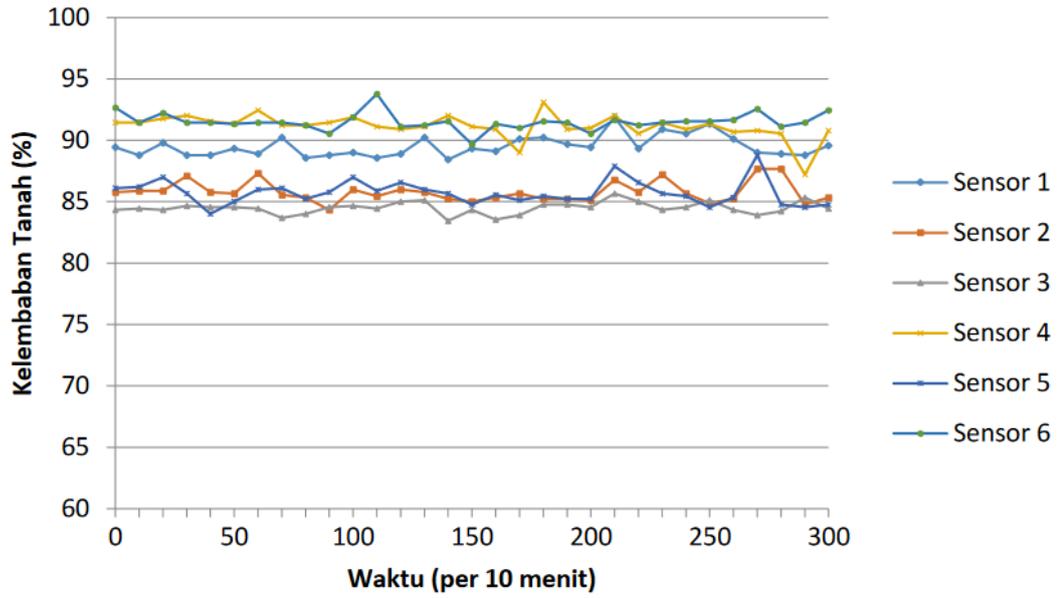
## **II.10.2 Optimalisasi Ketersediaan Air Tanaman Dengan Sistem Otomasi Irigasi Tetes Berbasis *Arduino Uno* Dan Nilai Kelembaban Tanah (Ardiansah dkk. 2018)**

Penelitian ini dilakukan atas dasar untuk membangun sistem irigasi tetes otomatis yang mampu menjaga kebutuhan air tanaman selalu dalam kondisi optimum berdasarkan nilai kelembaban tanah. Pada sistem otomasi pada kenyataannya berjalan dengan lancar, akan tetapi pada hari ke-27 terdapat banyak sekali kesalahan yang terjadi terutama pada sensor kelembaban tanah. Sensor kelembaban tanah mulai tidak presisi dan akurasi yang mengakibatkan meningkatnya penggunaan air secara signifikan. Hal ini disebabkan oleh kondisi sensor kelembaban tanah yang teroksidasi yang menyebabkan lapisan tembaga pada sensor kelembaban tanah berkurang. Kondisi sensor kelembaban tanah yang teroksidasi dapat dilihat pada gambar II.4 sensor yang mengalami oksidasi.

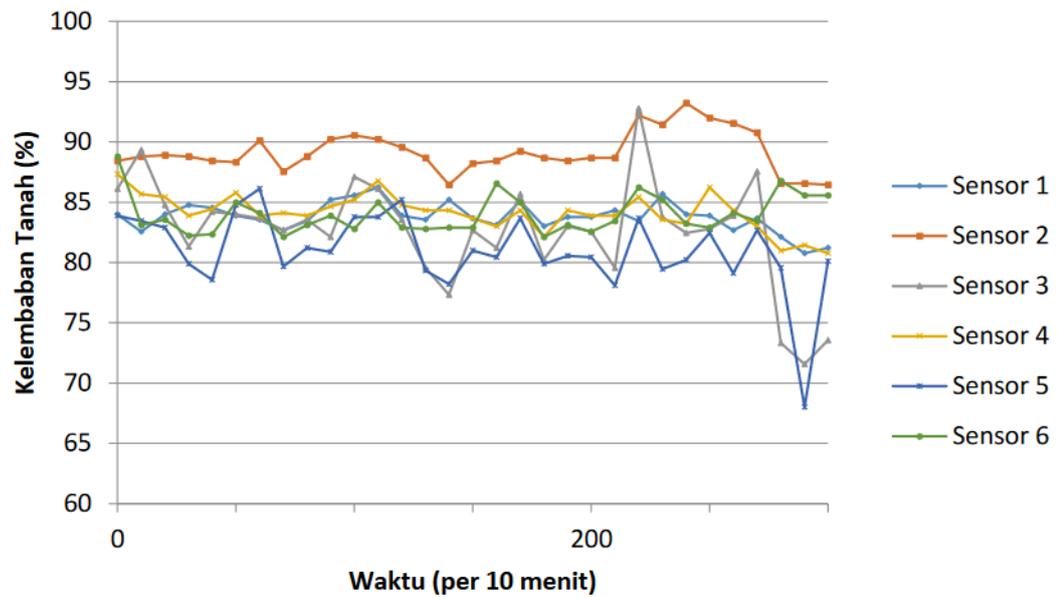


**Gambar II. 4** Sensor Kelembaban Tanah yang Teroksidasi  
(Sumber: (Ardiansah dkk. 2018))

Sensor yang mengalami oksidasi mempengaruhi hasil dari akurasi dan presisi data yang didapatkan, terdapat perbedaan antara akurasi dan presisi dari sensor kelembaban tanah pada hari ke-2 dan hari ke-29. Dapat dilihat pada gambar II.5 dan gambar II.6



**Gambar II. 5** Grafik Data Kelembaban Tanah Sensor Pada Hari Ke-2  
*(Sumber: (Ardiansah dkk. 2018))*



**Gambar II. 6** Grafik Data Kelembaban Tanah Sensor Pada Hari Ke-29  
*(Sumber: (Ardiansah dkk. 2018))*

Hasil dari pengujian sistem otomasi irigasi tetes

### 1. Koefisien keseragaman irigasi dan tetesan

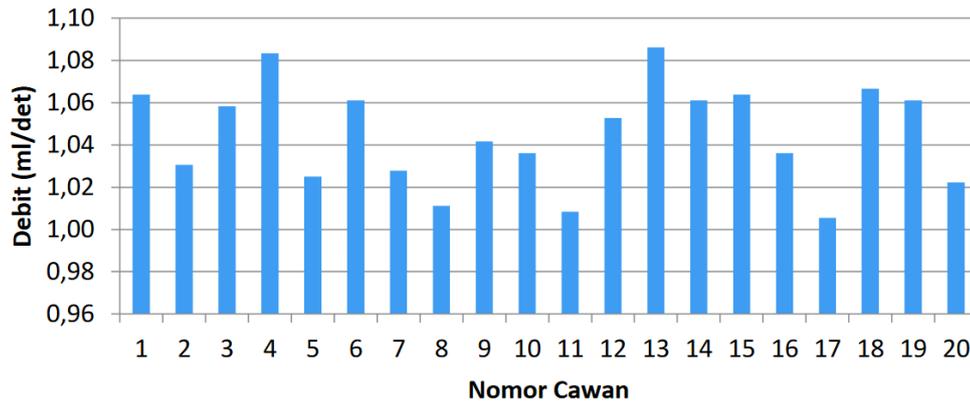
Keseragaman irigasi tetes dihitung dengan cara menggunakan persamaan antara *Coefficient of Uniformity*, *Christiansen Uniformity*, dan *Statistical Uniformity*. Keseragaman irigasi dihitung dengan cara mengukur kedalaman air pada wadah dari setiap penetes. Keseragaman pemberian air ditentukan berdasarkan variasi debit yang dihasilkan penetes. Berdasarkan hasil analisis *Coefficient of Uniformity* (CU), *Christiansen Uniformity* (Cu), dan *Statistical Uniformity* (SU) yang dilakukan pengulangannya sebanyak 3 kali.

**Tabel II.2** Hasil analisis SU, CU dan Cu (Sumber: Ardiansah dkk. 2018)

Ulangan Ke	SU (%)	CU (%)	Cu (%)
1	95.48	94.40	96.35
2	95.20	93.30	96.39
3	93.87	91.41	95.31
Hasil rata-rata	94.85	93.03	96.01

### 2. Debit air rata-rata

Debit air merupakan banyaknya sebuah volume air yang mengalir per satuan waktu. Tujuan dari pengukuran debit adalah untuk mengetahui seberapa banyak air yang mengalir dan seberapa cepatnya air yang mengalir dalam waktu satu detik. Dalam pengukuran debit air rata-rata dilakukan sebanyak 3 kali selama 2 menit. Hasil dari pengukuran debit air tersebut kemudian diambil nilai rata-rata dari setiap penetes per pengulangan lalu dijadikan debit rata-rata per penetes. Debit air rata-rata per penetes yang dihasilkan sebesar 1.05 ml/det, dapat dilihat pada gambar II.7.



**Gambar II. 7** Debit Air Rata-Rata Per Penetes

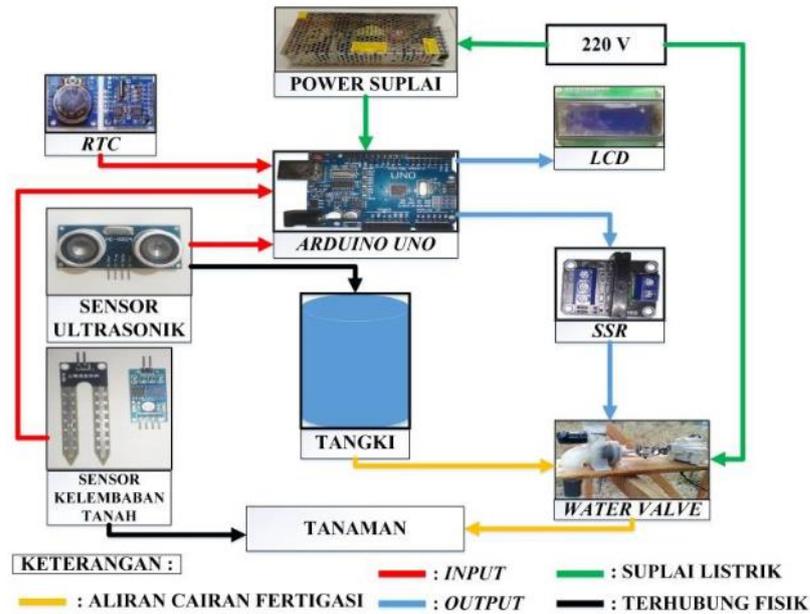
(Sumber:(Ardiansah dkk. 2018))

Pada Gambar II.7 bisa dilihat bahwa telah terjadi fluktuasi debit antar penetes, tetapi karena nilai dari fluktuasinya sangatlah kecil sekitar 0.01-.08 ml/det, maka nilai fluktuasinya tidak terlalu berpengaruh terhadap nilai debit rata-rata yang diberikan oleh setiap penetes.

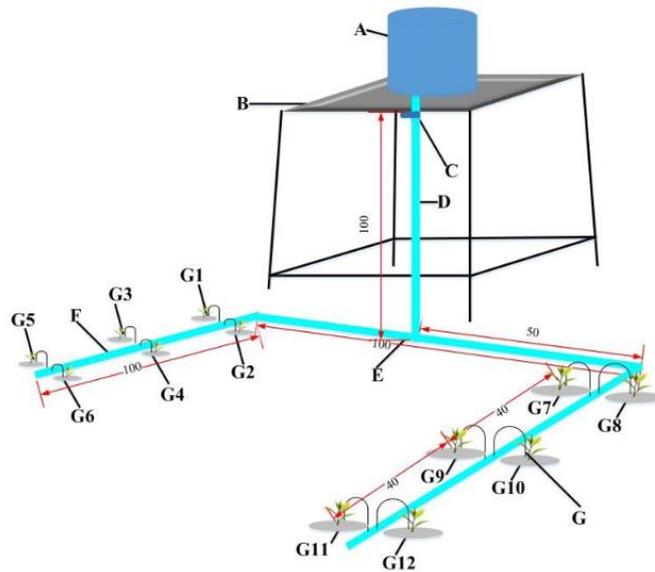
### **II.10.3 Otomatisasi Sistem Fertigasi Tetes untuk Tanaman Berbasis Mikrokontroler (Rosma, Sukma, dan Solihin 2021)**

Penelitian ini dilakukan atas dasar untuk mengetahui debit dan koefisien keseragaman fertigasi tetes, penelitian ini melakukan dengan cara menggunakan metode merancang dan membangun sistem fertigasi otomatis. Sedangkan sistem kendali dan otomatisasi penyaluran fertigasi ke tanaman dilakukan berbasis mikrokontroler yang membaca nilai kelembaban tanah yang ada di sekitar area tanaman.

1. Perancangan sistem fertigasi tetes meliputi perancangan kerangka dudukan tangki sebagai penyuplai, perancangan panjang pipa-pipa yang digunakan, luas penampang pipa yang digunakan, dan luas penampang selang yang digunakan. Dapat dilihat pada gambar II.8 dan II.9 menunjukkan dimensi perancangan sistem fertigasi tetes.

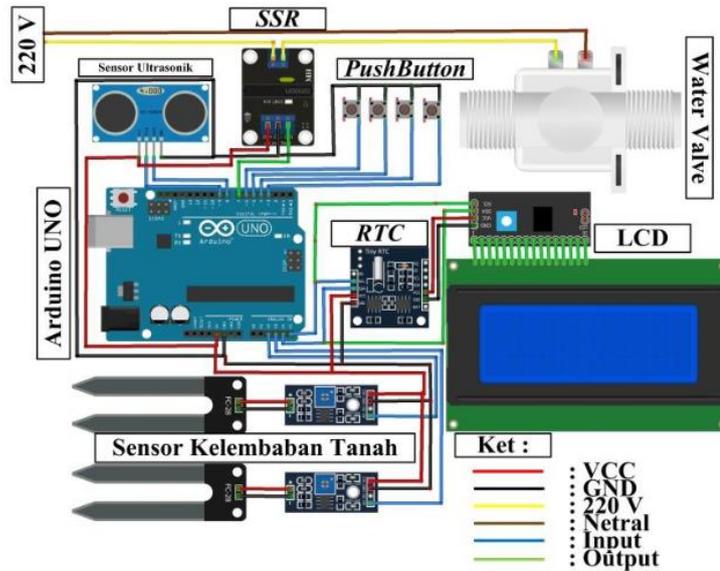


**Gambar II. 8** Diagram blok pada sistem fertigasi tetes  
(Sumber: (Rosma, Sukma, dan Solihin 2021))



**Gambar II. 9** Dimensi perancangan sistem fertigasi tetes  
(Sumber: (Rosma, Sukma, dan Solihin 2021))

- Perancangan sistem kendali fertigasi tetes tanaman meliputi perancangan rangkaian input dan rangkaian output yang akan dikontrol oleh Arduino Uno yang berbasis ATmega328P. Dapat dilihat pada gambar II.10 menunjukkan perancangan sistem kendali fertigasi tanaman yang dibangun.



**Gambar II. 10** Perancangan sistem kendali pemupukan tanaman  
(Sumber: (Rosma, Sukma, dan Solihin 2021))

Hasil dari penelitian ini adalah koefisien keseragaman fertigasi tetes menjadi salah satu penentu bagi kelayakan dari instalasi fertigasi tetes yang sudah dirancang. pada tabel II.7 didapatkan koefisien keseragaman fertigasi tetes pada perancangan dan instalasi fertigasi tetes yang dibangun mencapai 95,9%. Dari Tabel II.7 maka dapat dikatakan bahwa fertigasi tetes yang dibangun dan diuji pada pengujian dengan lama waktu 15 menit ini memiliki efisiensi yang sangat baik.

**Tabel II. 7** Koefisien Keseragaman Fertigasi Tetes Dengan Waktu 15 Menit (Sumber: Rosma, Sukma, dan Solihin 2021)

<i>Emitter</i>	Debit(ml/detik)	$  x_i - \bar{X}  $
1	0,150000	0,007593
2	0,168889	0,011296
3	0,152222	0,005370
4	0,176667	0,019074
5	0,152222	0,005370
6	0,152222	0,005370
7	0,156667	0,000926

<i>Emitter</i>	Debit(ml/detik)	xi- $\bar{X}$
8	0,157778	0,000185
9	0,153333	0,004259
10	0,151111	0,006481
11	0,165556	0,007963
12	0,154444	0,003148
Jumlah	1,891111	0,077037
Rata-rata	0,157593	0,006420
Koefisien keseragaman fertigasi (%)		95,926361

Pengaturan debit air pada emitter sangat penting untuk memastikan tanaman menerima air yang cukup untuk tumbuh dengan baik tanpa mengalami kelebihan atau kekurangan air. Debit emitter dihitung dengan cara membagi antara volume aliran yang tertampung dalam wadah dengan lamanya waktu pengukuran (Rosma, Sukma, dan Solihin 2021).

Adapun rumus untuk menghitung debit pada emitter sebagai berikut:

$$Q = V/t \quad (II.5)$$

Keterangan:

Q = Debit (liter/jam)

V = Volume (liter)

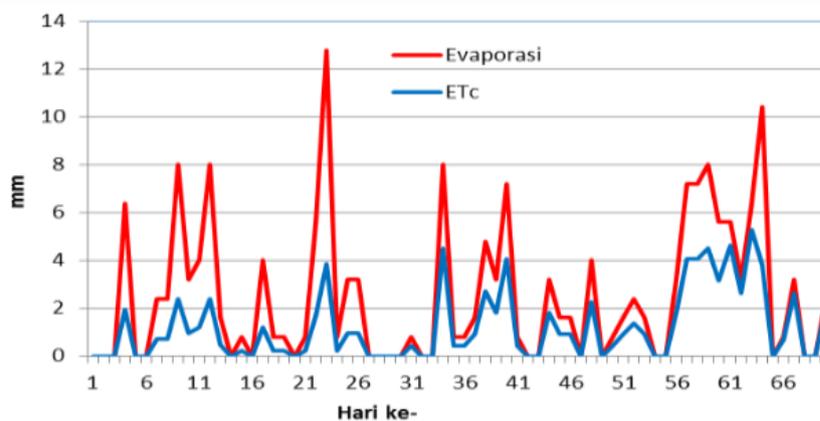
t = Waktu (jam)

#### **II.10.4 Rancang Bangun Sistem Irigasi Tetes Untuk Budidaya Cabai (*Capsicum Annum L.*) Dalam *Greenhouse* Di Nagari Biaro, Kecamatan Ampek Angkek, Kabupaten Agam, Sumatera Barat (Ekaputra dkk. 2017)**

Penelitian ini dilakukan atas dasar untuk merancang sistem irigasi tetes yang sesuai dan tepat guna untuk budidaya cabai dalam *greenhouse*. Pada penelitian ini, diamati kebutuhan air cabai (ETc) analisa kelayakan pada sistem irigasi tetes dan uji teknis. Kebutuhan air pada tanaman (ETc), dengan cara menggunakan metoda evaporasi

panci guna untuk mengetahui kebutuhan air pada tanaman, sehingga akan didapatkan nilai aktual penguapan yang terjadi pada lokasi penelitian. Selain itu, sistem irigasi tetes dipasang di dalam *greenhouse*. Pada saat penelitian berlangsung, nilai evaporasi terjadi mulai dari awal penanaman berubah-ubah hingga sampai awal periode generatif. Evaporasi tertinggi yang terjadi pada saat masa awal pertumbuhan terjadi pada hari ke- 23 sebesar 16 mm di luar *greenhouse* dan sebesar 12,8 mm di dalam *greenhouse*. Hal ini menjadikan nilai ETc tanaman cabai pada saat itu menjadi 3,84 mm/hari. Selanjutnya pada saat masa perkembangan nilai evaporasi tertinggi terjadi pada hari ke-34 sebesar 10 mm di luar *greenhouse* dan sebesar 8 mm di dalam *greenhouse*. Hal ini menjadikan nilai ETc tanaman cabai pada saat itu menjadi 4,5 mm/hari. Pada awal masa generatif nilai evaporasi tertinggi terjadi pada hari ke-64 sebesar 13 mm di luar *greenhouse* dan sebesar 10,4 mm di dalam *greenhouse*. Hal ini menjadikan nilai ETc tanaman cabai pada saat itu menjadi 3,8 mm/hari.

Kondisi maksimum di atas disebabkan oleh intensitas cahaya matahari dalam durasi yang cukup lama, sehingga evaporasi pada hari tersebut menjadi lebih tinggi. Nilai evaporasi dan evapotranspirasi (ETc) di dalam *greenhouse* dimulai penyemaian sampai awal periode generatif, dapat dilihat pada gambar II.11



**Gambar II. 11** Grafik Evaporasi dan Evapotranspirasi (ETc) di dalam *greenhouse* mulai Penyemaian sampai Awal Periode Generatif  
(Sumber: (Ekaputra dkk. 2017))

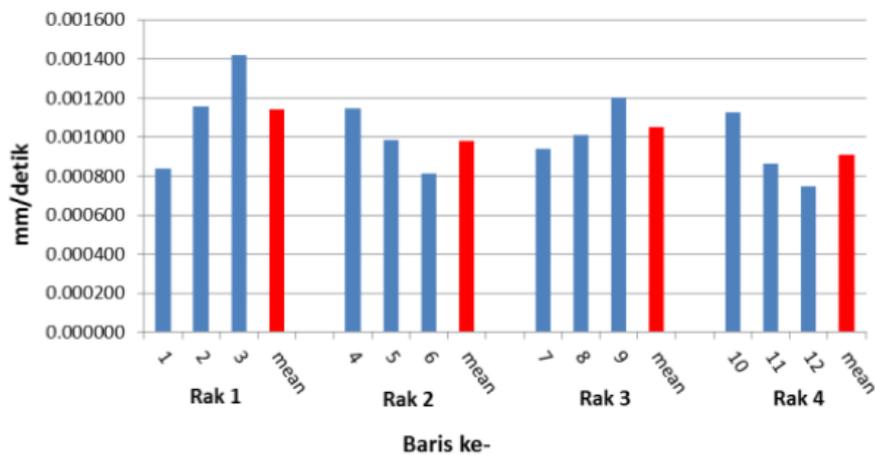
Nilai evaporasi dan evapotranspirasi setiap periode pertumbuhan tanaman cabai perlu diketahui guna untuk menentukan jumlah air yang diberikan pada tanaman

dengan menggunakan sistem irigasi tetes, rata-rata nilainya dapat dilihat pada tabel II.8

**Tabel II. 8** Nilai Evaporasi dan Evapotranspirasi Setiap Periode Pertumbuhan Tanaman Cabai  
(Sumber: Ekaputra dkk. 2017)

Periode	Rata-rata Evaporasi (mm/hari)	Rata-rata ETc (mm/hari)
Awal	2,29	0,69
Perkembangan	2,53	1,43
Awal fase generatif	2,64	2,16

Agar dapat memprediksi berapa lama sistem dioperasikan untuk memenuhi kebutuhan air tanaman cabai, maka harus menentukan berapa rata-rata laju air yang menetes pada emitter di setiap barisnya, hasil dari pengamatan dapat dilihat pada gambar II.12



**Gambar II. 12** Grafik Rata-Rata Laju Tetesan Emitter Pada Setiap Baris Tanaman  
(Sumber: (Ekaputra dkk. 2017)

Berdasarkan gambar II.12, rata-rata laju tetesan yang menetes pada masing-masing rak juga mengalami perbedaan. Pada saluran rak 1 rata-rata laju tetesan sebesar 4,1 mm/jam, saluran rak 2 sebesar 3,5 mm/jam, saluran rak 3 sebesar 3,8 mm/jam dan saluran rak 4 sebesar 3,3 mm/jam. Sehingga dihasilkan besar rata-rata laju tetesan secara keseluruhan yaitu sebesar 3,7 mm/jam.

## II.10.5 Pengaruh Media Tumbuh Dengan Aplikasi Irigasi Tetes Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Melon (Carsidi dkk. 2021)

Penelitian ini dilakukan atas dasar untuk mengetahui volume air optimum pada media tumbuh tertentu guna untuk menghasilkan pertumbuhan dan hasil yang optimum, penelitian ini dilakukan dengan cara menggunakan metode rancangan split plot 4 x 3 dengan tiga kali percobaan, analisis data dilakukan dengan sidik ragam taraf nyata 5%. Hasil dari pembahasan ini dapat dilihat pada tabel II.9 dimana nilai probabilitas (P-Value) dan koefisien keragaman (KK) dari hasil analisis varians pada setiap parameter pertumbuhan dan hasil tanaman melon.

**Tabel II. 9** Hasil analisis varians pada setiap parameter pertumbuhan dan hasil tanaman melon (Sumber: Carsidi dkk. 2021)

Parameter	Nilai Probabilitas ( <i>P-Value</i> )			KK (%)
	V	M	V X M	
Tinggi tanaman 42 HST	0,46 <sup>tn</sup>	0,26 <sup>tn</sup>	0,30 <sup>tn</sup>	17,57
Jumlah daun 42 HST	0,72 <sup>tn</sup>	0,03*	0,49 <sup>tn</sup>	16,65
Luas daun 42 HST	0,50 <sup>tn</sup>	0,00**	0,20 <sup>tn</sup>	19,40
Total panjang akar 42 HST	0,06 <sup>tn</sup>	0,00**	0,31 <sup>tn</sup>	19,68
Bobot tanaman segar 42 HST	0,86 <sup>tn</sup>	0,00**	0,047*	21,32
Bobot tanaman kering 42 HST	0,52 <sup>tn</sup>	0,00**	0,02*	21,83
Umur berbunga	0,73 <sup>tn</sup>	0,00**	0,07 <sup>tn</sup>	2,58
Bukaan stomata	0,32 <sup>tn</sup>	0,92 <sup>tn</sup>	1,00 <sup>tn</sup>	36,33
Kerapatan stomata	0,14 <sup>tn</sup>	0,70 <sup>tn</sup>	0,42 <sup>tn</sup>	16,66
Klorofil a	0,01**	0,19 <sup>tn</sup>	0,07 <sup>tn</sup>	8,72
Klorofil b	0,29 <sup>tn</sup>	0,26 <sup>tn</sup>	0,36 <sup>tn</sup>	36,80
Klorofil total	0,09 <sup>tn</sup>	0,16 <sup>tn</sup>	0,12 <sup>tn</sup>	16,67
Kandungan N jaringan daun	0,00**	0,22 <sup>tn</sup>	0,18 <sup>tn</sup>	14,80
Kandungan P jaringan daun	0,38 <sup>tn</sup>	0,00**	0,08 <sup>tn</sup>	17,70

Kandungan K jaringan daun	0,06 <sup>tn</sup>	0,02*	0,39 <sup>tn</sup>	14,08
Bobot buah	0,09 <sup>tn</sup>	0,00**	0,09 <sup>tn</sup>	14,54
Brix buah	0,46 <sup>tn</sup>	0,09 <sup>tn</sup>	0,10 <sup>tn</sup>	9,89
Lingkar buah	0,10 <sup>tn</sup>	0,00**	0,06 <sup>tn</sup>	5,01
Kadar air buah	0,81 <sup>tn</sup>	0,16 <sup>tn</sup>	0,08 <sup>tn</sup>	0,49
Prolin	0,54 <sup>tn</sup>	0,32 <sup>tn</sup>	0,10 <sup>tn</sup>	37,26
KAND	0,046*	0,15 <sup>tn</sup>	0,32 <sup>tn</sup>	3,02

Keterangan:

- V = Faktor volume air
- M = Faktor media tumbuh
- V X M = Interaksi antara faktor V dan faktor M
- \* = Berpengaruh nyata ( $p < 0,05$ )
- \*\* = Berpengaruh sangat nyata ( $p < 0,05$ )
- tn = Tidak berbeda nyata ( $p > 0,05$ )
- KK = Koefisien keragaman

Parameter yang diamati pada penelitian ini yaitu jumlah daun, tinggi tanaman, total panjang akar tanaman, kandungan air nisbi daun, luas daun, prolin, kadar klorofil, lebar bukaan stomata, kerapatan stomata, umur berbunga, lingkaran buah bobot tanaman basah, bobot buah, brix buah, kadar air buah melon, bobot tanaman kering dan kandungan NPK jaringan daun melon.

#### **II.10.6 Aplikasi Irigasi Tetes (*Drip Irrigation*) dengan Berbagai Media Tanam pada Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa L.*) (Triana dkk. 2018)**

Penelitian ini dilakukan atas dasar untuk mengetahui pengaruh jumlah pemberian air dan berbagai media tanam terhadap kadar air pada massa pertumbuhan tanaman pakcoy (*Brassica rapa L.*) dan mengefesiensikan air dengan sistem irigasi,

penelitian ini dilakukan dengan cara menggunakan metode Rancangan Acak Kelompok Faktorial (RAKF).

Kadar air tanaman merujuk pada jumlah air yang terkandung dalam jaringan tanaman. Hal ini sangat penting dalam bidang pertanian dan budidaya tanaman karena kadar air yang tepat akan mempengaruhi masa pertumbuhan, perkembangan, dan produktivitas tanaman. Jika tanaman kekurangan air, proses-proses vital seperti fotosintesis dapat terhambat, pertumbuhan terhenti, dan tanaman dapat mengalami stres kekeringan. Jumlah air yang terdapat dalam tanaman tergantung pada kemampuan media tanam menyerap air dan meneruskan air yang diterima dari permukaan media tanam maupun dari akar tanaman.

Kadar air media tanam tiap perlakuan dilakukan pada 3 fase, yaitu: fase vegetatif awal, fase vegetatif tengah, dan fase vegetatif akhir. Pada tabel II.10 adalah hasil dari penelitian dan di akumulasikan dari 3 fase vegetatif, sebagai berikut:

**Tabel II. 10** Pengaruh media tanam terhadap kadar air (%) setiap fase pertumbuhan (Sumber: Triana dkk. 2018)

Fase Pertumbuhan	Perlakuan	Kadar Air (%)
Vegetatif Awal	B1	43,09a
	B2	51.43b
	B3	41.55c
	B4	44.28d
Vegetatif Tengah	B1	42.98a
	B2	50.91b
	B3	40.79c
	B4	43.79d
Vegetatif Akhir	B1	43.90a

Fase Pertumbuhan	Perlakuan	Kadar Air (%)
	B2	52.11b
	B3	40.91c
	B4	42.64 c

Parameter yang diamati dalam penelitian ini yaitu kadar air, suhu, tinggi tanaman, efisiensi penggunaan air, jumlah daun, kelembaban relatif dan berat berangkasan.

#### **II.10.7 Pengaruh Jumlah Pemberian Air Dengan Sistem Irigasi Tetes Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Terung Ungu (*Solanum Melongena L.*) (Rezky 2018)**

Penelitian ini dilakukan atas dasar untuk mengetahui jumlah pemberian air yang baik dari air penyiraman selama berlangsung pertumbuhan tanaman terung dengan cara menggunakan sistem irigasi tetes, penelitian ini menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL). Parameter yang di teliti yaitu tinggi tanaman, jumlah dauh, lebar daun, panjang daun terpanjang, umur muncul bunga, jumlah bunga, umur panen pertama (hari), panang buah, diameter buah, jumlah buah pertanaman, rata-rata bobot buah, total bobot buah pertanaman dan satuan panas.

#### **II.10.8 Pengelolaan Sistem Irigasi Mikro Untuk Tanaman Hortikultura Dan Palawija (*Management Of Micro Irrigation System For Horticulture And Palawija*) (Prabowo dan Wiyono 2006)**

Penelitian ini dilakukan atas dasar untuk mengembangkan model demonstrasi sistem irigasi lapang yang terdiri dari sistem irigasi tetes dan irigasi *sprinkler* dan penelitian ini melakukan analisis usaha tani guna untuk mengetahui pengeluaran modal dan mendapatkan keuntungan. Objek penelitian terdiri dari tanaman cabai, tanaman jagung dan tanaman kacang tanah dan irigasi tetes untuk tanaman cabai, tanaman jagung serta irigasi curah (*sprinkler*) untk tanaman kacang tanah. Dapat dilihat pada tabel II.11.

Setiap tanaman mempunyai masing-masing biaya, untuk tanaman cabai Rp 25.137.000, untuk tanaman jagung Rp 26.167.000, dan untuk tanaman kacang tanah Rp 20.677.000. Biaya investasi tersebut sudah termasuk dengan investasi instalasi pompa.

**Tabel II. 11** Investasi sistem irigasi tetes dan sprinkler untuk luasan 1 hektar (Sumber: Prabowo dan Wiyono 2006)

Sistem irigasi	Komoditi	Luas lahan (m <sup>2</sup> )	Investasi (Rp.)	Keterangan
Tetes ( <i>drip</i> )	Cabai	100 x 100	137, 000	Line source
Tetes ( <i>drip</i> )	Jagung	100 x 100	167, 000	Line source
Curah ( <i>sprinkler</i> )	K. Tanah	100 x 100	677,000	R = 12 m

Dari tabel II.11 dapat dilihat meskipun usaha tani tanaman cabai dan tanaman jagung menggunakan sistem irigasi tetes tipe *line source*. Biaya investasi irigasi tetes untuk tanaman jagung lebih besar dibandingkan biaya instalasi irigasi tetes untuk tanaman cabai karena populasi tanaman jagung per meter persegi lebih banyak dibandingkan tanaman cabai yang menggunakan sistem guludan. Hal ini sering dinyatakan bahwa *hydrozone* irigasi tetes untuk tanaman jagung lebih besar dari tanaman cabai. Maka dari itu jumlah *drip-line* pada tanaman jagung lebih banyak dibandingkan pada tanaman cabai. Pada sistem irigasi curah (*sprinkler*) untuk tanaman kacang tanah biaya investasinya paling sedikit dibandingkan dengan sistem irigasi tetes untuk tanaman cabai dan tanaman jagung. Hal tersebut disebabkan irigasi curah tidak dipengaruhi oleh jarak tanam, akan tetapi sangat dipengaruhi oleh zona pembasahan dari *sprinkler-head* yang digunakan.

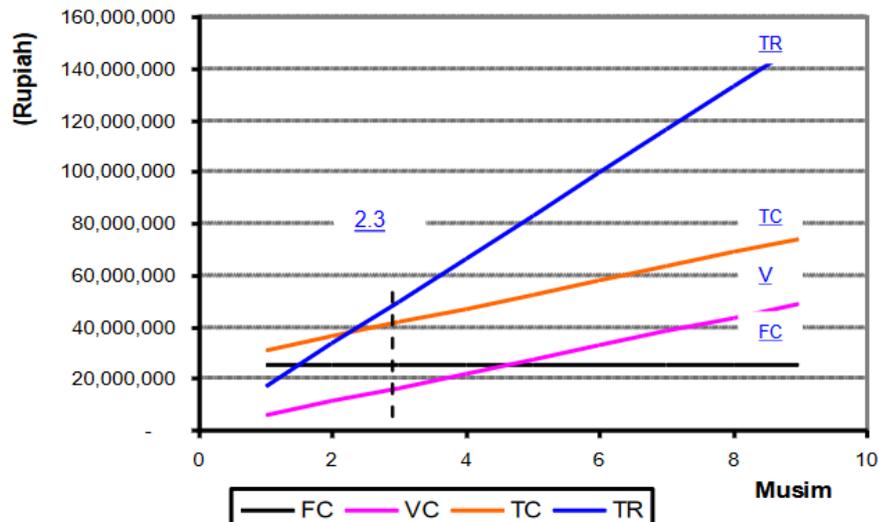
**Tabel II. 12** Biaya usaha tani komoditi cabai, jagung dan kacang tanah yang menggunakan sistem irigasi tetes dan sprinkler (Sumber: Prabowo dan Wiyono 2006)

<b>Komoditi</b>	<b>Luas lahan (ha)</b>	<b>Produktivitas (Ton/ha)</b>	<b>Harga (Rp/kg)</b>	<b>Biaya Produksi (Rp)</b>	<b>Biaya irigasi (Rp)</b>
Cabai	1	40.40	5,000	4,112,500	1,313,748
Jagung	1	6.60	1.000	3,961,000	2,444,608
K. Tanah	1	2.46	3,500	2,947,500	1,582,146

Dari tabel II.12 merupakan suatu simulasi berdasarkan hasil panen ubinan dan kemudian dikonversikan menjadi produksi per hektar. Biaya produksi adalah biaya total yang dikeluarkan dalam suatu usaha tani mulai dari penyiapan lahan sampai panen.

Analisis ekonomi yang digunakan untuk mengetahui kelayakan instalasi irigasi yang digunakan adalah dengan kurva impas (*break even chart*). Kurva impas merupakan gambaran penerimaan seorang petani pemakai sistem irigasi dan biaya-biaya yang dikeluarkan untuk memperoleh keuntungan tersebut (biaya produksi).

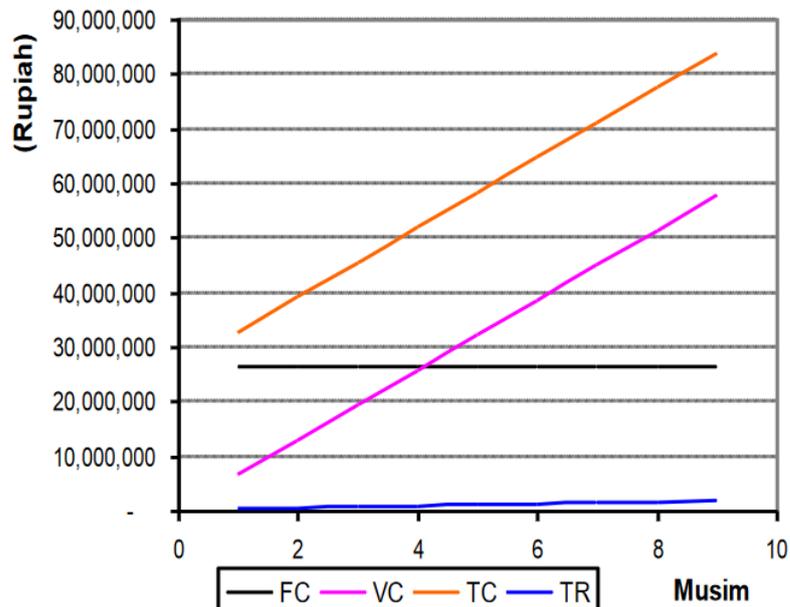
Dari kurva pada gambar II.13 diketahui bahwa titik impas usaha tani tanaman cabai dengan menggunakan instalasi irigasi tetes adalah saat musim ke 2.3, dengan kata lain usaha tani tersebut akan menghasilkan keuntungan setelah 3 musim tanam.



**Gambar II. 13** Analisa BEP untuk usaha tani tanaman cabai dengan irigasi tetes

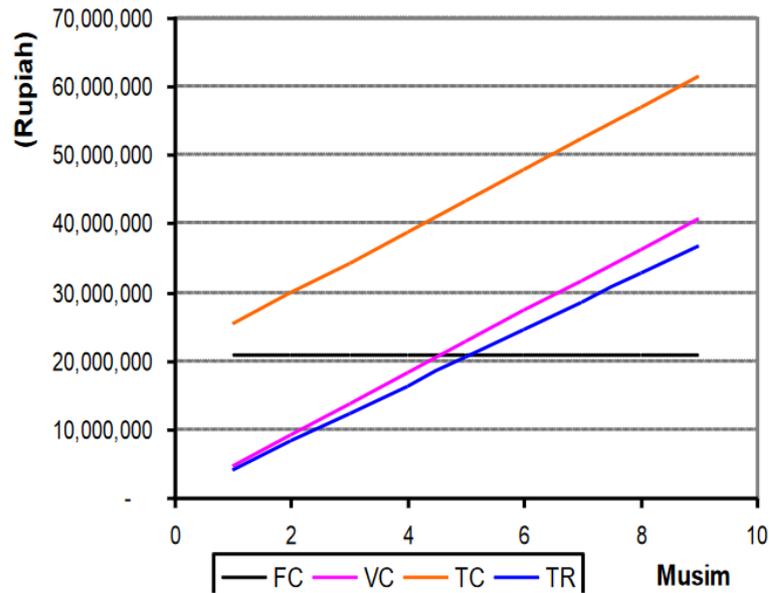
(Sumber: (Prabowo dan Wiyono 2006))

Untuk usaha tani jagung dengan menggunakan irigasi tetes ternyata tidak menemukan titik impas seperti yang terlihat pada gambar II.14. Begitu pula untuk usaha tani tanaman kacang tanah dengan menggunakan sistem irigasi curah tidak menunjukkan titik impas seperti yang terlihat pada gambar II.15.



**Gambar II. 14** Analisa BEP untuk usaha tani tanaman jagung dengan irigasi tetes

(Sumber: (Prabowo dan Wiyono 2006))



**Gambar II. 15** Analisa BEP untuk usaha tani tanaman kacang tanah dengan irigasi curah  
(Sumber: (Prabowo dan Wiyono 2006))

Hasil rancangan peralatan irigasi harus mempunyai nilai investasi yang sesuai untuk komoditi yang ditanam. Hasil dari analisa ekonomi menunjukkan bahwa sistem irigasi mikro (tetes dan curah) tidak tepat dikembangkan untuk tanaman jagung dan tanaman kacang tanah.

#### **II.10.9 Sistem Irigasi Mikro Menggunakan *Octa-Mitter* Pada Tanaman Jeruk Di Lahan Lebak Pada Musim Kemarau (*Micro Irrigation System Using Octa-Mitter In Citrus Plant At Swampy Land On Dry Season*) (Umar, Prabowo, dan Wiyono 2008)**

Penelitian ini dilakukan atas dasar untuk melakukan rekayasa dan pengembangan sistem irigasi mikro untuk tanaman jeruk siam pada lahan rawa lebak. Penelitian ini menggunakan metode Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang disusun secara faktorial yang terdiri 2 faktor 3 ulangan.

Hasil dari pengujian menunjukkan bahwa tingkat keseragaman distribusi emitter rata-rata 84,23%. Besaran ini memanfaatkan outlet pompa 31,78 l/menit dengan tekanan kerja 0,43 atm. Tingkat keseragaman distribusi terdapat perbedaan antara DU4, DU3, DU2 terhadap DU1 pada semua blok sedangkan untuk blok IV tidak beda nyata pada semua perlakuan debit. Dari nilai rata-rata tingkat keseragaman

distribusi pada debit 4, 3 dan 2 berbeda nyata dengan debit 1, dapat dilihat pada tabel II.13

**Tabel II. 13** Pengaruh kapasitas inlet pompa terhadap tingkat keseragaman tetesan (DU), Banua Halat Kanan-Tapin, Kalimantan Selatan, 2006 (Sumber: Umar, Prabowo, dan Wiyono 2008)

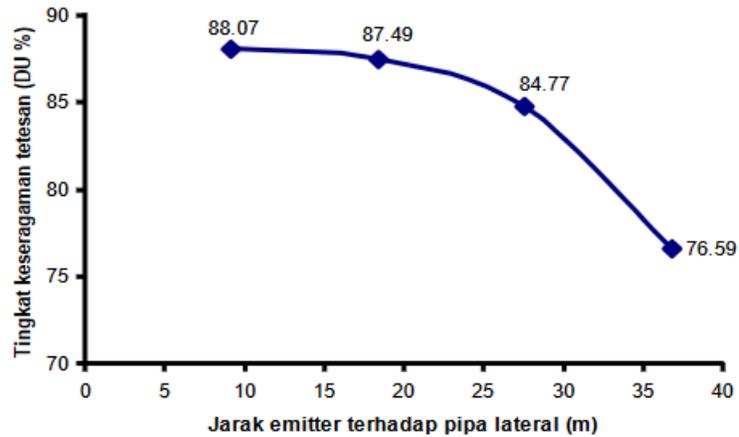
Tingkat keseragaman	Blok I	Blok II	Blok III	Blok IV	Rata-rata	Beda
DU4	85,45 a	90,23 a	87,21 a	89,37 a	88,07	--
DU3	89,95 a	88,82 a	85,28 a	85,92 a	87,49	0,58
DU2	87,82 a	84,33 ab	83,05 ab	92,88 a	84,77	2,72
DU1	72,70 b	72,61 b	75,14 b	85,89 a	78,59	8,18
Rata-rata	83,96	84,25	82,42	86,02	84,23	--

$$CV (\%) = 13,2$$

$$Keseragaman = 5,20$$

$$Waktu = t_n$$

Perbedaan ini terjadi karena adanya perbedaan jarak dari masing-masing setiap blok, sehingga mempengaruhi terhadap keseragaman distribusi emitter. Semakin jauh jarak setiap blok dari sumber air, semakin rendah pula tingkat keseragaman tetesan, dapat dilihat pada gambar II.16.



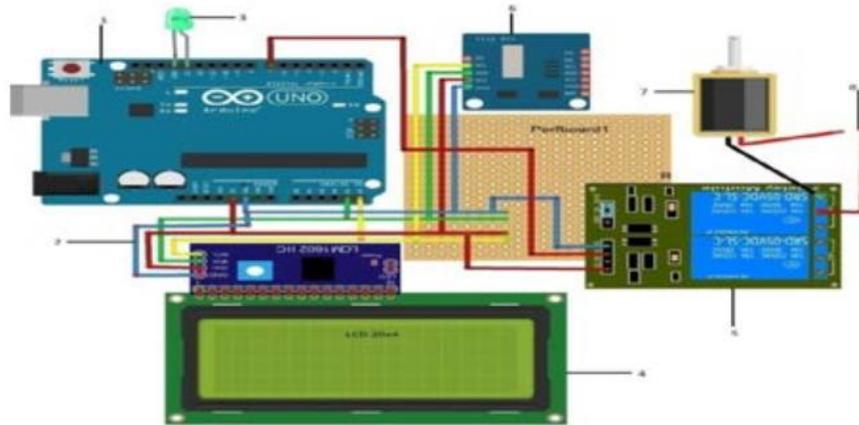
**Gambar II. 16** Kurva pengaruh jarak drip line terhadap DU  
 (Sumber: (Umar, Prabowo, dan Wiyono 2008))

#### **II.10.10 Rancang Bangun Dan Uji Kinerja Sistem Kontrol Fertigasi Dengan Irigasi Tetes (Fajar, Abdullah, dan Priyati 2018)**

Penelitian ini dilakukan atas dasar untuk merancang sistem fertigasi otomatis dengan acuan kendali *On/Off* pada kran otomatis *solenoid valve*, melakukan pengujian volume, menentukan formulasi larutan unsur hara sesuai dengan kebutuhan tanaman dan mengatur waktu pemberian fertigasi melalui irigasi tetes.

Perancangan ini melakukan proses tahapan pembuatan skema rangkaian kontrol fertigasi, pembuatan bahasa pemrograman dan pembuatan instalasi fertigasi tetes otomatis.

## 1. Skema rangkaian kontrol fertigasi

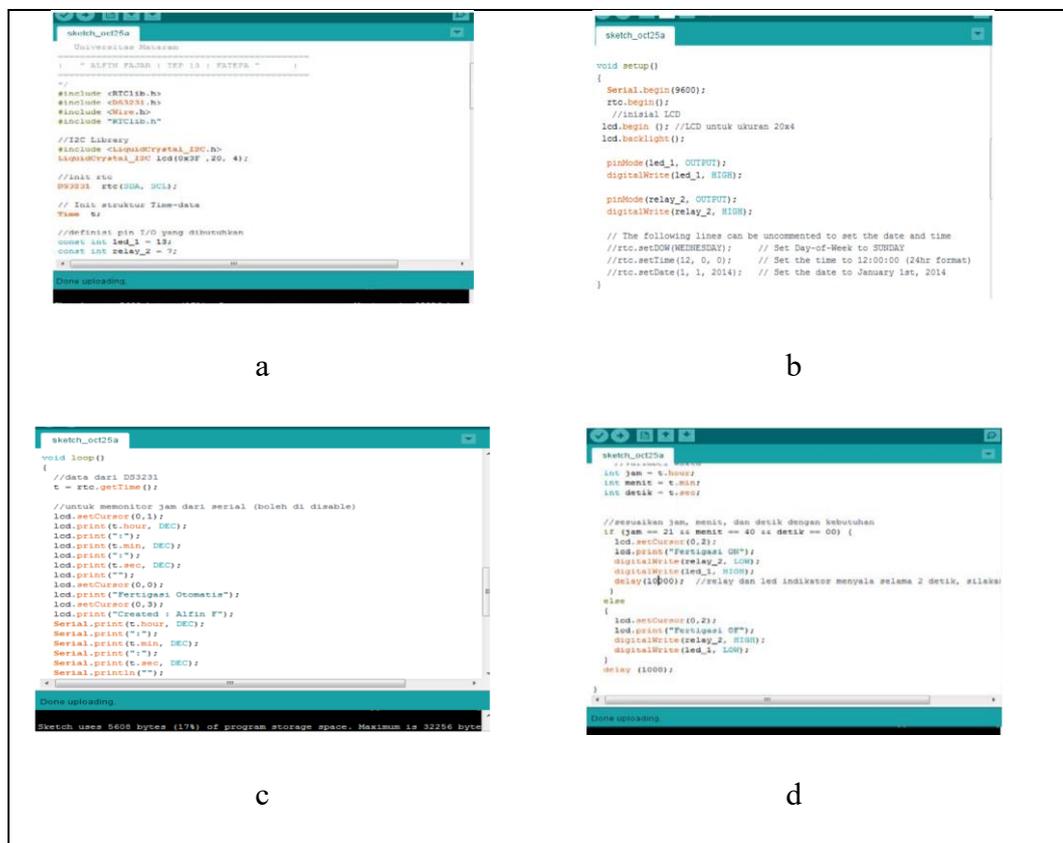


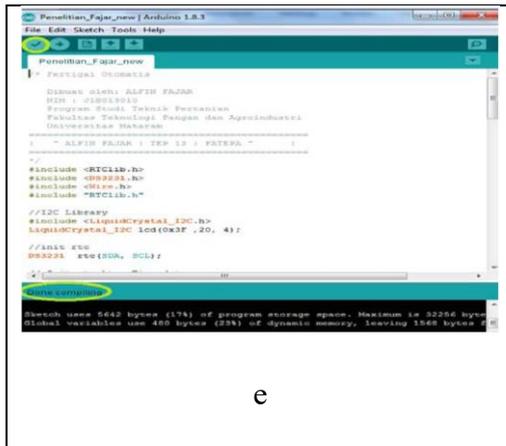
Gambar II. 17 Rangkaian kontrol fertigasi

(Sumber: (Fajar, Abdullah, dan Priyati 2018))

## 2. Pembuatan bahasa pemrograman

Bahasa pemrograman dilakukan agar *Mikrokontroler Arduino* dapat menjalankan fungsi kerjanya sesuai dengan yang diperintahkan. Dapat dilihat pada gambar II.18.





**Gambar II. 18** Bahasa Pemrograman Pada (a) *Block Header* (b) *Void Setup* (c) *Void Loop* (d) Perintah untuk Pengaturan Waktu RTC, dan (e) Proses Verifikasi Program  
(Sumber: (Fajar, Abdullah, dan Priyati 2018))

### 3. Pembuatan instalasi fertigasi tetes otomatis

Instalasi irigasi tetes adalah rangkaian komponen alat irigasi yang diatur dengan baik sehingga dapat mengeluarkan air secara menetes dan stabil. Perancangan instalasi irigasi tetes diperlukan untuk mengefisiensikan penggunaan air, karena irigasi tetes pemberian air langsung pada daerah perakaran, sehingga tanaman akan lebih mudah untuk menyerap air di massa pertumbuhannya.

## II.10.11 Resume Jurnal Dari Hasil Penelitian Terdahulu

Tabel II. 14 Penelitian terdahulu

No	Tahun	Judul Penelitian	Objek Penelitian	Metode	Variabel	Hasil Penelitian	GAP Analysis	
							Penelitian terdahulu	Penelitian Penulis
1	2021	Otomatisasi Sistem Fertigasi Tetes untuk Tanaman Berbasis Mikrokontroler	Sistem fertigasi (campuran air dan pupuk) tetes untuk tanaman tomat	Metode rancang bangun	-	Sistem fertigasi tetes yang di rancang bangun mampu mengalirkan cairan fertigasi ke tanaman, pada pengujian ini melakukan pengujian debit <i>emitter</i> selama 15 menit dan 30 menit dengan volume fertigasi pada tangki sebesar 4.800 ml, lama waktu 15 menit menghasilkan debit rata-rata sebesar 0,157593 (ml/detik) dan lama waktu 30 menit menghasilkan debit rata-rata sebesar 0,143843 (ml/detik)	Menganalisis kebutuhan fertigasi pada tanaman tomat	Dalam penelitian ini juga sama melakukan analisis kebutuhan fertigasi pada tanaman hortikultura
2	2021	Pengaruh Media Tumbuh	Hasil buah melon	Rancangan percobaan	Volume air optimum pada media tumbuh	Hasil dari penelitian ini bahwa volume air 600 ml optimum dengan	Penelitian ini menggunakan beberapa parameter	Penelitian ini hanya meneliti sistem irigasi tetes otomatis

		Dengan Aplikasi Irigasi Tetes Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Melon		menggunakan rancangan <i>Split Plot</i> 4		irigasi tetes pada media tumbuh tanah dan bokhasi terhadap pertumbuhan dan hasil dapat meningkatkan bobot tanaman segar dan bobot tanaman kering melon	untuk meneliti dari masa pertumbuhan untuk meningkatkan hasil melon yang baik	apakah mempengaruhi masa pertumbuhannya atau tidak
3	2018	Optimalisasi Ketersediaan Air Tanaman dengan Sistem Otomasi Irigasi Tetes Berbasis <i>Arduino Uno</i> dan Nilai Kelembaban Tanah	Kebutuhan air pada tanaman sayur selada keriting	Metode rancang bangun	Kebutuhan air pada tanaman dan nilai kelembaban tanah	Sistem berjalan dengan fungsinya, tapi pada hari ke-27 terdapat error pada sensor kelembaban tanah disebabkan mengalami oksidasi dan mempengaruhi hasil dari akurasi dan presisi data yang didapatkan. Tetapi hasil dari tanaman sayur selada mencapai 75% atau memenuhi standar kualitas atau kembali modal, akan tetapi pada tanaman cabai di musim ke 2,3 kembali modal dan bisa dikatakan di musim ke 3 tanaman cabai menguntungkan	Menganalisis kebutuhan air terhadap tanaman dan pengaruh sistem irigasi tetes pada tanaman sayur selada	Menganalisis kebutuhan fertigasi, menghitung biaya yaitu yang meliputi - BEP, PP, BCR, NPV

4	2018	Rancang Bangun Dan Uji Kinerja Sistem Kontrol Fertigasi Dengan Irigasi Tetes	Sistem kontrol fertigasi pada tanaman bayam	Ekperimenal dengan melakukan percobaan laboratorium	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Debit <i>emitter</i></li> <li>• Koefisien keseragaman tetesan.</li> <li>• Larutan AB <i>mix</i> dan penggunaan air.</li> </ul> Kinerja sistem kendali <i>On/Off</i> fertigasi sesuai dengan umur tanam dan kebutuhan tanaman.	Hasil dari penelitian ini yang harus diperhatikan proses pembuatan skema rangkaian sistem kontrol fertigasi, selama percobaan berlangsung melakukan studi pustaka dan percobaan beberapa kali sehingga penelitian berjalan dengan baik dan membuat bahasa pemrograman <i>Mikrokontoler Arduino</i> berjalan sesuai dengan perintahnya, perintah yang digunakan kode-kode dengan bahasa C, bahasa C ini sangat krusial dimana jika salah kecil besar hurufnya akan berdampak buruk pada sistemnya	Penelitian ini melakukan perancangan yang meliputi proses pembuatan skema rangkaian kontrol fertigasi, pembuatan bahasa pemograman dan pembuatan instalasi fertigasi tetes otomatis.	Penelitian ini tidak melakukan seperti penelitian sebelumnya, akan tetapi hanya melakukan perhitungan kebutuhan-kebutuhan nutrisi pada tanaman hortikultura.
5	2018	Aplikasi Irigasi Tetes ( <i>Drip Irrigation</i> )	Pertumbuhan tanaman pakcoy	Metode Rancangan Acak Kelompok	Efisiensi penggunaan air	Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa efisiensi penggunaan air terbaik pada tanaman	Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh jumlah pemberian air	Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jumlah air dan pupuk yang

		dengan Berbagai Media Tanam pada Tanaman Pakcoy		Faktorial (RAKF)		pakcoy yaitu terdapat pada perlakuan A3B4 dengan pemberian air 110% media tanam berupa campuran tanah ultisol, arang sekam, dan pupuk pakis sebesar 4,351 kg/m <sup>3</sup> dengan berat brankasan basah tanaman pakcoy 104,67 gram	dan berbagai media tanam terhadap kadar air, pertumbuhan tanaman pakcoy dengan sistem irigasi tetes	dibutuhkan untuk tanaman hortikultura dengan sistem irigasi tetes otomatis
6	2018	Pengaruh Jumlah Pemberian Air Dengan Sistem Irigasi Tetes Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Terung Ungu ( <i>Solanum Melongena L.</i> )	Pertumbuhan dan hasil tanaman terung ungu	Sistem irigasi tetes pada tanaman terung ungu	Tinggi tanaman, jumlah daun, lebar daun, panjang daun terpanjang, umur muncul bunga pertama, jumlah bunga, umur panen pertama, panjang buah, diameter buah, jumlah buah pertanaman,	Hasil dari penelitian ini untuk bahwa perlakuan jumlah air dengan penyiraman 300 ml memberikan pengaruh yang baik pada setiap pertumbuhan dan hasil tanaman terung ungu. Untuk menanam terung ungu lebih baik menggunakan sistem irigasi tetes dan air sebesar 300 ml.	Penelitian ini melakukan beberapa parameter seperti di variabel untuk mencapai target penelitian atau hasil dari terung ungu	Penelitian ini tidak melakukan beberapa parameter untuk mencapai target, tapi hanya fokus pada masa pertumbuhan tanaman dan mengefesiensikan fertigasi tetes terhadap tanaman hortikultura

					total bobot buah pertanaman, rata-rata bobot buah pertanaman, dan satuan panas.			
7	2017	Rancang Bangun Sistem Irigasi Tetes Untuk Budidaya Cabai ( <i>Capsicum Annum L.</i> ) Dalam <i>Greenhouse</i> Di Nagari Biaro, Kecamatan Ampek Angkek, Kabupaten Agam, Sumatera Barat	Kebutuhan air pada tanaman cabai	Rancang bangun sistem irigasi tetes	Uji teknis dan analisa kelayakan sistem irigasi tetes	Hasil dari penelitian ini untuk mengetahui kebutuhan air tanaman cabai dapat menggunakan metoda evaporasi panci, sehingga mendapatkan nilai aktual penguapan. Pada masa awal pertumbuhan terjadi evaporasi tertinggi pada hari ke-23 sebesar 16 mm di <i>greenhouse</i> dan 12,3 di luar <i>greenhouse</i> . Pada masa perkembangan terjadi evaporasi tertinggi di hari ke-34 sebesar 10 mm di <i>greenhouse</i> dan 8 mm di	Penelitian ini dilakukan pada <i>greenhouse</i> dan di luar <i>greenhouse</i> dan media tanaman menggunakan <i>polybag</i>	Penelitian ini dilakukan di <i>greenhouse</i> tetapi tidak dilakukan di luar <i>greenhouse</i> dan media tanam menggunakan mulsa

						<p>luar <i>greenhouse</i>. Pada awal masa generatif terjadi evaporasi tertinggi pada hari ke-64 sebesar 13 mm di <i>greenhouse</i> dan 10,4 mm di uar <i>greenhouse</i>. Hal ini menjadikan nilai ETc tanaman cabai pada saat itu menjadi 3,8 mm/hari. Nilai evaporasi pada masing-masing periode terjadi kenaikan dan penurunan yang disebabkan penyinaran matahari.</p>		
8	2014	Rancang Bangun Sistem Irigasi Tetes Otomatis Berbasis Perubahan Kadar Air Tanah Dengan Menggunakan <i>Mi</i>	Kadar air tanah	Rancang bangun sistem irigasi tetes	Keseragaman irigasi tetes dan analisis sifat fisik tanah	Hasil dari uji laboratorium menghasilkan media tanam pasir yang digunakan memiliki tekstur <i>sandy loam</i> dengan nilai BD 1,212 gr / cm <sup>3</sup> , pada saat pengujian sampel didapatkan nilai BD untuk campuran tanah dan kompos yaitu 1,125	Penelitian ini menganalisis keseragaman tetesan pada setiap <i>drip</i> dan melakukan uji coba di <i>greenhouse</i> dan laboratorium, pada sistem kendali <i>Ardiuno Nano</i> nya dilakukan untuk sensor kelembaban tanah	Penelitian ini sama melakukan analisis keseragaman tetesan pada <i>drip</i> tapi tidak melakukan uji coba di laboratorium akan tetapi pengujian di <i>greenhouse</i> (GH) dan menghitung air, pupuk atau fertigasi pada tanaman hortikultura

		<i>Krokontroler Arduino Nano</i>				gr/cm <sup>3</sup> , setelah pengujian selama 1 bulan di <i>greenhouse</i> (GH) pada BD tidak mengalami perubahan terlalu besar. Sinyal kendali menggunakan on/off akan tetapi pada <i>relay</i> diberikan otomatis dari hasil pembacaan <i>soil moisture sensor</i> dan di proses oleh <i>mikrokontroler</i> , <i>output</i> dari <i>mikrokontroler</i> diterima oleh <i>relay</i> , tugas dari RTC untuk mencatat waktu di setiap proses <i>mikrokontroler</i> bekerja		
9	2008	Sistem Irigasi Mikro Menggunakan <i>Octa-Mitter</i> Pada Tanaman Jeruk Di Lahan Lebak Pada Musim	Rekayasa instalasi pompa, irigasi dan kekerasan tanah, keseragaman tetesan pada	Menggunakan irigasi tetes pada tanaman jeruk	Keseragaman tetesan, kekerasan pada tanah, distribusi debit <i>emitter</i> dan pertumbuhan tanaman	Hasil dari penelitian ini yang dilakukan pengujian irigasi tetes di laboratorium yang meliputi rekayasa instalasi pompa dan irigasi untuk mengetahui pipa utama, pipa lateral, spesifikasi	Penelitian ini dilakukan dengan 2 cara yaitu di laboratorium dan lapangan, akan tetapi tidak melakukan analisis ekonomi	Hanya dilakukan di lapangan saja dan melakukan analisis ekonomi

		<p>Kemarau (<i>Micro Irrigation System Using Octa-Mitter In Citrus Plant At Swampy Land On Dry Season</i>)</p>	tanaman jeruk			<p>dan jumlah <i>emitter</i>, sedangkan hasil dari lapangan menunjukkan bahwa kapasitas outlet pompa pada RPM maksimum (2.200 rpm) dari kedalaman pengeboran 12 m sebesar 47,73 l/menit, setelah kedalaman pipa ditambah pompa terjadi penurunan sebesar 31,78 l/menit hal ini terjadi karena air tidak mencukupi, hasil dari keseragaman tetesan terjadi hasil yang berbeda antara blok I, II, III, IV hal ini disebabkan karena jarak antara blok berbeda dan mempengaruhi pada keseragaman tetesan, hasil dari kekerasan tanah bahwa sebelum melakukan pembasahan tanah harus diukur menggunakan alat <i>soil</i></p>		
--	--	--	---------------	--	--	--	--	--

						<i>hardness tester</i> antara 12,0-29,5 kg/cm <sup>2</sup> , pada pertumbuhan tanaman selama 4 bulan menunjukkan ada penambahan tinggi dan diameter tanaman jeruk		
10	2006	Pengelolaan Sistem Irigasi Mikro Untuk Tanaman Hortikultura Dan <i>Palawija (Managemen t Of Micro Irrigation System For Horticulture And Palawija)</i>	Penentuan kebutuhan air tanaman, keseragaman tetesan, dan keseragaman irigasi curah	Menggun akan 2 metode yang terdiri dari irigasi tetes dan irigasi curah	Kebutuhan air pada tanaman kacang tanah dan jagung menggunakan irigasi curah sedangkan cabai menggunakan irigasi tetes	Hasil dari penelitian ini dijadikan sebagai masukan untuk simulasi <i>CROP WAT</i> , hasil keluaran penelitian ini dijadikan pedoman berapa jumlah air yang di butuhkan pada tanaman kacang tanah, jagung, dan cabai melalui irigasi tetes dan irigasi curah selama penelitiannya. Peneliti juga memberikan saran pada keseragaman tetes harus mendapatkan keseragaman pemberian air dan mengatakan sistem irigasi tetes yang ideal akan mencapai 100% distribusi tetesan	Penelitian ini dilakukan pada musim kemarau dan menggunakan 2 metode irigasi tetes dan irigasi curah serta menganalisis penentuan kebutuhan air, keseragaman tetes, dan analisa ekonomi pada tanaman kacang tanah, jagung, dan cabai	Penelitian ini sama menggunakan 2 metode yaitu metode irigasi tetes otomatis dan konvensional pada tanaman hortikultura serta menganalisis kebutuhan air, pupuk, dan menganalisis ekonomi

						<p><i>emitter</i> namun pada kenyataan dilapangnya tidak mencapai 100% karena ada beberapa faktor penyebab, akan tetapi dari hasil penelitian tanaman kacang tanah, jagung, dan cabai mencapai kriteria baik. Hasil analisis ekonomi pada tanaman kacang tanah dan jagung tidak menemukan titik impas atau kembali modal, akan tetapi pada tanaman cabai di musim ke 2,3 kembali modal dan bisa dikatakan di musim ke 3 tanaman cabai menguntungkan</p>	
--	--	--	--	--	--	---	--

/