

Perencanaan Jaringan Irigasi Hidroponik Guna Ekstensifikasi Lahan pada Sawah Tadah Hujan di Kelurahan Made, Kecamatan Sambikerep, Kota Surabaya

Choirul Anwar¹, S. Kamilia Aziz¹, Dwi Indriyani^{1*}, Deris Faisa Ralindra¹, Fitria Wahyuni¹

Departemen Teknik Infrastruktur Sipil, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya¹

Koresponden*, Email: d.indriyani@ce.its.ac.id

	Info Artikel	Abstract
Diajukan	03 Februari 2021	<i>The population of Surabaya city from 2014 to 2015 increased by 4.45%. Agricultural land in the Surabaya city experiences 75 hectares of land every year. The increase in the population of the city of Surabaya is inversely proportional to the availability of agricultural land. The solution is to apply a new concept of urban farming. The optimization of the existing resulted in cropping intensity of 289% with rice-palawija-palawija cropping patterns, while optimization of the plan resulted in cropping intensity of 240% with palawija-palawija cropping patterns (top level hydroponics), 311% with palawija-palawija-palawija cropping patterns (low level hydroponics), and catfish farming by biofloc's system. The water demand is 3.63x106 liters while the water supply is 3.75x106 liters. BCR of existing and plans are 0.09 and 1.43. NPV of existing and plans are -115,719,410.06 IDR and 2,956,052,297.26. IDR. PP of existing and plans require 12.39 years and 1.7 years.</i>
Diperbaiki	28 Februari 2021	
Disetujui	15 Maret 2021	

Keywords: Aquaponic, Biofloc, Hydroponic, Urban Farming.

Kata kunci: Aquaponik, Bioflok, Hidroponik, Urban Farming.

Abstrak

Jumlah penduduk Kota Surabaya dari tahun 2014 sampai 2015 mengalami peningkatan sebesar 4,45%. Lahan pertanian di Kota Surabaya mengalami penyusutan lahan sebesar 75 hektar setiap tahunnya. Peningkatan jumlah penduduk Kota Surabaya berbanding terbalik dengan ketersediaan lahan pertanian. Solusinya adalah menerapkan konsep baru *urban farming*. Hasil optimasi eksisting menghasilkan intensitas tanam sebesar 289% dengan pola tanam padi-palawija-palawija, sedangkan optimasi rencana menghasilkan intensitas tanam sebesar 240% dengan pola tanam palawija-palawija (hidroponik tingkat atas), intensitas tanam sebesar 311% dengan pola tanam palawija-palawija-palawija (hidroponik tingkat bawah), dan budidaya ikan lele sistem bioflok. Kebutuhan air rencana sebesar 3,63x106 liter sedangkan ketersediaan tampungan air total sebesar 3,75x106 liter. Nilai *Benefit Cost Ratio* (BCR) eksisting dan rencana masing-masing sebesar 0,09 dan 1,43. Nilai *Net Present Value* (NPV) eksisting dan rencana masing-masing sebesar Rp-115.719.410,06 dan Rp2.956.052.297,26. Nilai *Payback Period* (PP) eksisting dan rencana membutuhkan 12,39 tahun dan 1,7 tahun.

1. Pendahuluan

Surabaya merupakan kota terbesar kedua di Indonesia setelah Jakarta. Menurut Dinas Kependudukan dan Catatan Sipil Kota Surabaya jumlah penduduk Kota Surabaya pada tahun 2014 yaitu 2.848.583 jiwa. Pada tahun 2015 jumlah penduduk Kota Surabaya tercatat sebanyak 2.975.359 jiwa. Jumlah penduduk dari tahun 2014 sampai 2015 mengalami peningkatan sebesar 4,45% [1]. Surabaya memiliki lahan pertanian sebesar 1.400 hektar. Lahan pertanian tersebut mengalami penyusutan lahan sebesar 75 hektar setiap tahunnya menurut Dinas Pertanian Kota Surabaya. Peningkatan jumlah penduduk Kota Surabaya berbanding terbalik dengan ketersediaan lahan pertanian [2].

Perbedaan antara peningkatan jumlah penduduk dan penurunan lahan menyebabkan harga sayur-sayuran di Surabaya semakin tinggi. Jumlah ketersediaan sayuran terbatas sedangkan permintaan semakin meningkat. Menurut data BPS Jatim pada Tahun 2016 Kota Surabaya mengalami inflasi

sebesar 0,73%. Komoditas sayur-sayuran penyumbang inflasi terbesar dari kelompok bahan makanan sebesar 2,36% [1].

Untuk mengatasi ketidakseimbangan tersebut pemerintah Kota Surabaya membuat program urban farming. Menurut Bappeko Kota Surabaya program ini dituangkan dalam Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah (RPJMD) tahun 2006-2010 dan dilanjutkan kembali pada tahun 2011-2015. Salah satu kegiatan urban farming ini terdapat di Kelurahan Made Kecamatan Sambikerep Surabaya. Luas lahan Urban Farming tersebut sebesar 211,85 hektar dan produksi tanaman mencapai 6.000 ton per tahun [1].

Pemerintah Kota Surabaya sejak tahun 2007 hingga tahun 2013 belum menentukan tolak ukur keberhasilan pelaksanaan urban farming. Pengembangan desain urban farming di seluruh wilayah Kota Surabaya termasuk Kelurahan Made berjalan lambat [1].

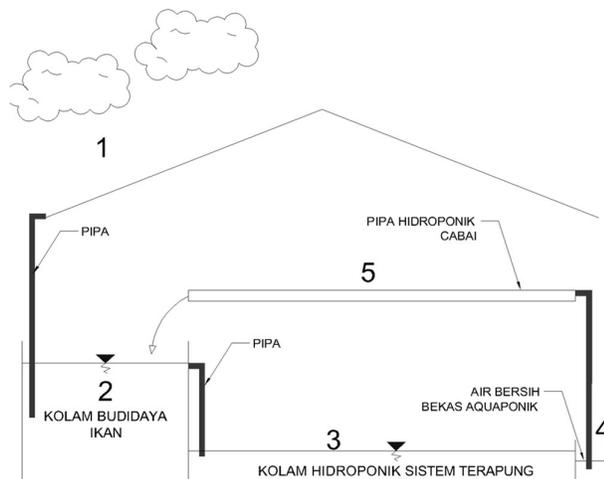
Oleh karena itu, diperlukan sebuah desain inovasi untuk mengembangkan urban farming di Kota Surabaya. Perencanaan Jaringan Irigasi Hidroponik Guna Ekstensifikasi Lahan pada Sawah Tadah Hujan di Kelurahan Made, Kecamatan Sambikerep, Kota Surabaya merupakan salah satu upaya untuk pengembangan urban farming tersebut.

2. Metode

2.1. Konsep Urban Farming Made

Konsep urban farming Made dapat dilihat pada **Gambar 1** dengan penjelasan sebagai berikut ini:

- Air hujan akan ditangkap oleh atap *greenhouse*. Air yang sudah dikumpulkan oleh atap akan dialirkan ke *tampung* air (kolam budidaya ikan) melalui pipa dengan gaya gravitasi.
- Air ini digunakan untuk membudidayakan ikan lele dengan metode bioflok. Air bekas dari ikan lele akan dialirkan ke kolam hidroponik sistem terapung melalui pipa dengan gaya gravitasi.
- Air bekas budidaya ikan lele akan ditampung di kolam hidroponik sistem terapung yang dimanfaatkan sebagai aquaponik. Kandungan air bekas lele bermanfaat sebagai nutrisi untuk tanaman sawi.
- Air bekas aquaponik dicampur dengan pupuk AB mix akan dipompa keatas dan akan digunakan sebagai hidroponik fertigasi tetes untuk tanaman cabai.
- Air dengan pupuk AB mix tersebut akan dialirkan melalui pipa-pipa ke tanaman cabai. Air yang tidak diserap oleh tanaman cabai akan dikembalikan lagi ke kolam budidaya ikan.



Gambar 1. Konsep Urban Farming Made

2.2. Koefisien Pengaliran (C)

Koefisien *runoff* sangat dipengaruhi oleh daerah kedap air seperti persamaan (1). Dimana C_p adalah koefisien *runoff*

untuk daerah tidak kedap air, dan I_m adalah rasio kedap air (luas kedap air dibagi dengan luas total) [3].

$$C = 0,9 I_m + (1 - I_m) C_p \quad (1).$$

2.3. Ketersediaan Penampungan Air Hujan (*Inflow*)

Ketersediaan penampungan air hujan didapatkan dari air limpasan pada atap *greenhouse* seperti persamaan (2). C adalah koefisien limpasan, i adalah intensitas curah hujan, dan A adalah luas atap [4].

$$\text{Runoff} = C i A \quad (2)$$

2.4. Evapotranspirasi Peimonteh

Evapotranspirasi adalah gabungan dari dua peristiwa yakni evaporasi dan transpirasi yang terjadi secara bersamaan. Evapotranspirasi dipengaruhi beberapa faktor iklim seperti suhu udara, kelembaban, kecepatan angin, tekanan udara, sinar matahari. Beberapa metode untuk menghitung evapotranspirasi adalah rumus Blaney Criddle, Penmann dan Ture-Langhein-Wunt. Untuk daerah tropis besarnya evapotranspirasi yang terjadi dihitung menggunakan Metode Penman modifikasi FAO pada persamaan (3).

$$E_{to} = c \{W.R_n + (1 - W).f(u).(e_a - e_d)\} \quad (3)$$

Dimana c adalah faktor pergantian cuaca akibat siang dan malam, W adalah Faktor berat yang mempengaruhi penyinaran matahari pada evapotranspirasi potensial, R_n adalah radiasi penyinaran matahari dalam perbandingan penguapan atau radiasi matahari bersih (mm/hari), $f(u)$ adalah Fungsi Pengaruh angin pada E_{to} , dan $(e_a - e_d)$ adalah perbedaan tekanan uap air jenuh dengan tekanan uap air nyata (mbar) [5].

2.5. Evapotranspirasi Greenhouse

Stanghellini (1987) merevisi persamaan penman-Monteith (3) untuk mewakili kondisi di rumah kaca, di mana kecepatan udara biasanya rendah ($<1,0 \text{ ms}^{-1}$). Model Stanghellini persamaan (4) – (7) meliputi perhitungan fluks panas radiasi matahari yang berasal dari karakteristik empiris dari gelombang pendek dan penyerapan radiasi gelombang panjang dalam kanopi Multi-lapisan. LAI adalah indeks area daun yang digunakan untuk memperhitungkan pertukaran energi dari beberapa lapisan daun pada tanaman rumah kaca (m^2). Resistensi internal dan eksternal r_c dan r_a untuk kanopi yang digunakan adalah 70 detik/m dan 430 detik/m. K_t adalah faktor konversi satuan waktu (3600 mm/jam), T_o adalah suhu daun ($^{\circ}\text{C}$), C_p adalah spesifik udara ($\text{MJ/kg } ^{\circ}\text{C}$), ρ adalah kepadatan udara berarti (kg/m^3), ϵ adalah air untuk mengeringkan rasio berat molekul (-), λ adalah panas laten dari vapourization (MJ/kg), σ adalah konstan Stefan Boltzmann ($\text{MJ/m}^2\text{K}^4\text{hari}$), rR adalah resistensi radiatif

(detik/m), P adalah tekanan atmosfer (kPa), dan VPD adalah defisit tekanan uap (kPa). [6]

$$ET_o = 2.LAI \frac{1}{\lambda} \frac{\Delta(R_n - G) + K_t \frac{VPD \cdot \rho \cdot C_p}{r_a}}{\Delta + \gamma(1 + \frac{r_e}{r_a})} \quad (4)$$

$$R_n = 0,07.R_{ns} - \frac{252 \cdot \rho \cdot C_p \cdot (T - T_0)}{r_R} \quad (5)$$

$$\gamma = \frac{C_p \cdot P}{\epsilon \lambda} \quad (6)$$

$$r_R = \frac{\rho \cdot C_p}{4\sigma(T + 273,15)^3} \quad (7)$$

2.6. Evapotranspirasi Tanaman

Evapotranspirasi tanaman (Etc, mm/hari) didapatkan dari koefisien tanaman (Kc) dengan evapotranspirasi tanaman acuan (Eto, mm/hari) pada persamaan (8). Nilai Kc cabai awal, vegetatif, pembungaan, pembuahan, dan pemasakan adalah 0,4; 0,75; 1,1; 1; dan 0,9 [7]. Sedangkan nilai Kc sawi awal, tengah, dan akhir pertumbuhan adalah 0,30; 1,20; dan 0,60 [8].

$$ET_c = K_c \times ET_o \quad (8)$$

2.7. Intensitas Tanam

Panen tanaman padi dan palawija dapat dilakukan lebih dari satu kali dalam setahun sehingga luas panen per tahun dapat dihitung dengan mengalikan antara intensitas pertanaman (*Cropping Intensity*) dengan luas baku sawah. Oleh karena itu Intensitas tanam bisa dihitung dengan persamaan (9). Dimana CI adalah intensitas tanam (kali/tahun), A adalah luas panen (ha), dan LS adalah luas baku sawa (ha) [9].

$$CI = \frac{A}{LS} \quad (9)$$

2.8. Kebutuhan Air pada Hidroponik (*Outflow*)

Laju pemberian air yang tepat pada kolam hidroponik sistem terapung diperlukan untuk mempertahankan tinggi muka air atau mengkompensasi laju konsumsi air tanaman. Debit kebutuhan air dapat dihitung dengan persamaan (10). Dimana Q adalah debit kebutuhan air (m³/hari), Etc adalah laju evapotranspirasi aktual (mm/hari) pada Greenhouse, P adalah panjang kolam (m), dan L adalah lebar kolam (m) [10].

$$Q = \frac{ET_c \cdot PL}{1000} \quad (10)$$

2.9. Tampung Air

Tampung air dihitung menggunakan metode Ripple atau kurva Massa. Metode ini menghitung besarnya kapasitas

tampung efektif untuk kebutuhan air yang konstan. Pada diagram **Gambar 2** nilai *Inflow* (S) adalah debit kumulatif tampungan air dengan kemiringan kurva massa pada waktu tertentu. *Outflow* (D) adalah debit kebutuhan air dengan kemiringan kurva massa. Kapasitas penyimpanan (*active storage*) adalah nilai kumulatif maksimum antara garis singgung dari garis permintaan (D) ditarik pada titik tertinggi dan titik terendah dari kurva massa (S) memberikan tingkat penarikan dari tampungan air selama periode kritis [11].

2.10. Analisa Ekonomi

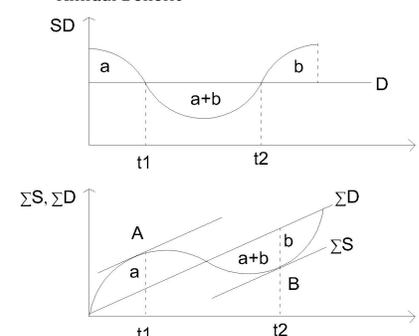
Analisa ekonomi yang digunakan pada penelitian ini adalah menggunakan metode *Benefit Cost Ratio* (BCR), metode *Net Present Value* (NPV), dan metode *Payback Period* (PP) [12].

Metode BCR ini memberikan penekanan terhadap nilai perbandingan antara aspek manfaat (*benefit*) yang akan diperoleh dengan aspek biaya dan kerugian yang akan ditanggung (*cost*) dengan adanya investasi tersebut. Metode ini sangat baik dilakukan dalam rangka mengevaluasi proyek-proyek pemerintah yang berdampak langsung pada masyarakat banyak (*Public government project*). Metode ini memiliki 2 kriteria. Jika BCR > 1 artinya investasi layak (*feasible*) dan jika BCR < 1 artinya investasi tidak layak (*unfeasible*).

Metode NPV pada dasarnya memindahkan *cash flow* yang menyebar sepanjang umur investasi ke waktu awal investasi (t=0) atau kondisi *present*. Metode ini memiliki 2 kriteria. Jika NPV ≥ 0 artinya investasi akan menguntungkan/layak (*feasible*) dan jika NPV < 0 maka artinya investasi tidak menguntungkan/layak (*unfeasible*).

Analisis *Payback Period* pada dasarnya bertujuan untuk mengetahui seberapa lama (periode) investasi akan dapat dikembalikan saat terjadinya kondisi pulang pokok (*break even-point*). Lamanya periode pengembalian (k) saat kondisi *cost*-nya bersifat annual dapat dihitung dengan persamaan (11)

$$k = \frac{\text{Investasi}}{\text{Annual Benefit}} \times \text{Periode Waktu} \quad (11)$$



Gambar 2. Metode Kurva massa dan Analisis Kurva Massa [11]

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Koefisien Pengaliran (C)

Koefisien pengaliran (C) didapat dari luasan atap *Greenhouse* sebesar 10.706,560 m². Atap *Greenhouse* terbuat dari atap plastik yang bersifat kedap air. Rasio kedap air (Im) sebesar 1. Koefisien *runoff* untuk daerah tidak kedap air (Cp) sebesar 0 karena semua daerah kedap air. Sehingga nilai koefisien Pengaliran (C) sebesar 0,9.

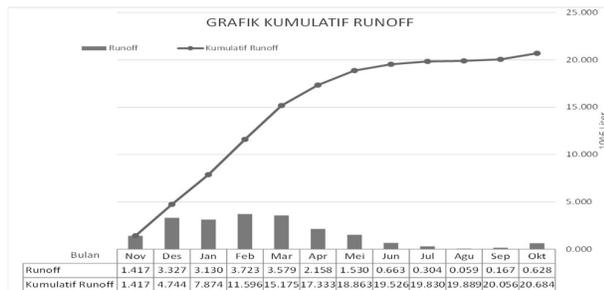
3.2. Ketersediaan Penampungan Air Hujan (Inflow)

Ketersediaan penampungan air hujan didapatkan dari air limpasan (*runoff*) atap *Greenhouse* yang akan ditampung pada reservoir. Reservoir tersebut nantinya akan dimanfaatkan untuk kebutuhan air dari tanaman hidroponik dan budidaya ikan (aquaponik). Intensitas curah hujan (i) yang digunakan adalah merata merata curah hujan atau sebesar 50%. Volume penampungan air hujan dapat dilihat pada **tabel 1** dan **gambar 3**. Pada **Tabel 1** menunjukkan bahwa volume terbesar pada bulan Februari sebesar 3,723 juta liter. Sedangkan volume terkecil pada bulan Agustus sebesar 0,059 juta liter. Hal ini karena pada bulan Agustus adalah musim kemarau. Rata-rata volume dalam 1 tahun adalah sebesar 1,724 juta liter.

Tabel 1. Volume Penampungan Air Hujan

Bulan	I (mm)	A (m ²)	C	Runoff* **	Runoff**	Kumul Runoff**
Nov	147	10706.59	0.900	1.417	1.417	1.417
Des	345	10706.59	0.900	3.327	3.327	4.744
Jan	325	10706.59	0.900	3.130	3.130	7.874
Feb	386	10706.59	0.900	3.723	3.723	11.596
Mar	371	10706.59	0.900	3.579	3.579	15.175
Apr	224	10706.59	0.900	2.158	2.158	17.333
Mei	159	10706.59	0.900	1.530	1.530	18.863
Jun	69	10706.59	0.900	0.663	0.663	19.526
Jul	32	10706.59	0.900	0.304	0.304	19.830
Agu	6	10706.59	0.900	0.059	0.059	19.889
Sep	17	10706.59	0.900	0.167	0.167	20.056
Okt	65	10706.59	0.900	0.628	0.628	20.684
				1.724	1.724	

* × 1.000 m³; ** × 1.000.000 liter



Gambar 3. Grafik Volume Penampungan Air Hujan.

3.3. Perbandingan Evapotranspirasi

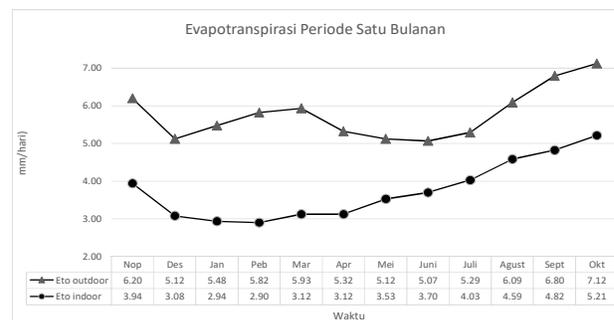
Data klimatologi menggunakan dari Stasiun meteorologi Perak II Surabaya. Data klimatologi berupa data kelembaban, temperatur, lama penyinaran matahari, dan kecepatan angin. Jumlah data klimatologi adalah sebanyak 9 data, mulai dari tahun 2010 sampai dengan tahun 2018.

Menurut Stanghellini, *greenhouse* dapat mengurangi evapotranspirasi (ET) sebanyak 70% dari sawah terbuka. Menurut Fernandes dalam Peter Tipis Ole Mpusia penggunaan *greenhouse* di daerah kering mengurangi kebutuhan tanaman air dengan mengurangi evapotranspiration [6].

Penutup plastik yang digunakan pada *greenhouse* berubah secara lokal keseimbangan radiasi dengan entrapping radiasi gelombang panjang dan menciptakan penghalang untuk kerugian kelembaban. Akibatnya ETo berkurang sebanyak 60% sampai 85% dibanding di luar rumah kaca. Hal ini berbanding lurus dengan penelitian ini dapat dilihat pada **tabel 2** dan **gambar 4** menunjukkan bahwa nilai evapotranspirasi potensial harian (Eto) metode Stanghellini (*in-door*) lebih rendah daripada evapotranspirasi metode potensial harian (Eto) Penman Modifikasi (*outdoor*). Besaran penurunan evapotranspirasi dari 49,77% sampai 76,09%.

Tabel 2. Perbandingan Evapotranspirasi potensial (Eto)

Bulan	Eto Indoor	Eto Outdoor	Kum. Outflow*
Nov	3.94	6.202	63.50%
Des	3.08	5.123	60.10%
Jan	2.936	5.476	53.60%
Feb	2.897	5.822	49.80%
Mar	3.122	5.934	52.60%
Apr	3.122	5.322	58.70%
Mei	3.527	5.123	68.90%
Jun	3.697	5.067	73.00%
Jul	4.028	5.294	76.10%
Agu	4.586	6.088	75.30%
Sep	4.824	6.796	71.00%
Okt	5.213	7.121	73.20%



Gambar 4. Grafik Perbandingan Evapotanspirasi potensial (Eto) *outdoor* dengan *indoor*.

3.4. Kebutuhan Air (Outflow)

Kebutuhan air ini diperoleh dari kebutuhan air untuk tanaman yang berada di dalam *greenhouse* dan kebutuhan air

untuk budidaya ikan. Desain irigasi terdiri dari 3 komponen yaitu hidroponik tingkat atas, tingkat bawah, dan tampungan air dapat dilihat pada **gambar 5** dan **6**.



Gambar 5. Desain Hidroponik pada *Urban Farming Made*



Gambar 6. Desain Tampungan Air pada *Urban Farming Made*

3.5. Kebutuhan Air untuk Hidroponik Tingkat Atas

Hidroponik tingkat atas akan ditanami tanaman cabai. Sistem irigasi hidroponik menggunakan sistem fertigasi hidroponik. Tanaman cabai ditanam di polybag yang diletakan sebuah angkringan. Irigasi tanaman cabai dialiri dengan metode irigasi tetes untuk memenuhi kebutuhan air dan nutrisi. Luas baku sawah (LS) yang ditanami cabai mencapai 100% dari luas total (1,072 Ha). Dari hasil optimasi pola tanam tersebut didapatkan luas panen (A) sebesar 2,573 Ha. Sehingga intensitas tanam cabai adalah 2,4 kali dalam setahun atau sebesar 240%. Pola tanam cabai dapat dilihat pada **gambar 7**. Kebutuhan air tanaman cabai dapat dilihat pada **tabel 3** atau pada **gambar 8** dan **9**.

Pola Tanam Hidroponik Cabai											
Nov	Des	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct
cabai = 0,214 ha		cabai = 0,214 ha		cabai = 0,214 ha		cabai = 0,214 ha		cabai = 0,214 ha		cabai = 0,214 ha	
cabai = 0,214 ha		cabai = 0,214 ha		cabai = 0,214 ha		cabai = 0,214 ha		cabai = 0,214 ha		cabai = 0,214 ha	
cabai = 0,214 ha		cabai = 0,214 ha		cabai = 0,214 ha		cabai = 0,214 ha		cabai = 0,214 ha		cabai = 0,214 ha	
cabai = 0,214 ha		cabai = 0,214 ha		cabai = 0,214 ha		cabai = 0,214 ha		cabai = 0,214 ha		cabai = 0,214 ha	

Gambar 7. Pola Tanam Hidroponik Cabai

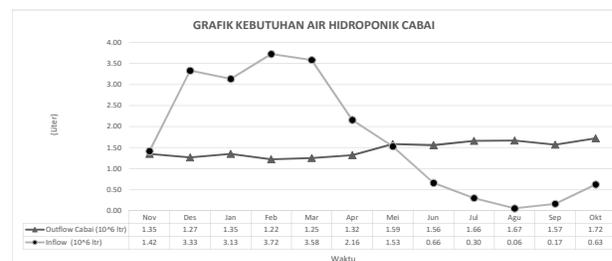
Tabel 3. Kebutuhan Air untuk Hidroponik Cabai

Bulan	Luas (Ha)	Q (l/detik)	Outflow cabai*	Kum. Outflow*	Inflow*	Kum. Inflow*
Nov	1.072	0.521	1.350	1.350	1.417	1.417
Des	1.072	0.474	1.268	2.618	3.327	4.744
Jan	1.072	0.504	1.350	3.968	3.130	7.874
Feb	1.072	0.505	1.222	5.190	3.723	11.596
Mar	1.072	0.469	1.255	6.445	3.579	15.175
Apr	1.072	0.510	1.322	7.767	2.158	17.333
Mei	1.072	0.592	1.585	9.352	1.530	18.863
Jun	1.072	0.602	1.559	10.912	0.663	19.526
Jul	1.072	0.620	1.662	12.573	0.304	19.830
Agu	1.072	0.624	1.672	14.246	0.059	19.889
Sep	1.072	0.607	1.573	15.819	0.167	20.056
Okt	1.072	0.643	1.723	17.542	0.628	20.684

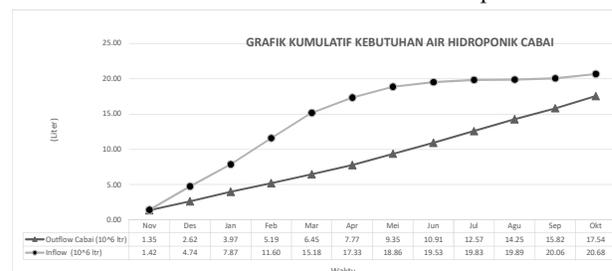
* × 1.000.000 liter

3.6. Kebutuhan Air untuk Hidroponik Tingkat Bawah

Hidroponik tingkat bawah akan ditanami tanaman sawi. Dalam penelitian yang dilakukan Suryo Adi Wibowo tentang pengaruh pemberian naungan dengan intensitas cahaya terhadap pertumbuhan sawi [13]. Dimana penelitian itu membandingkan 3 perlakuan naungan yaitu tanpa naungan 0%, dengan naungan 50%, dan dengan naungan 75%. Hasil dari penelitian menyatakan bahwa sawi yang di naungan dengan intensitas cahaya 50% memberikan pertumbuhan dan hasil yang terbaik dibandingkan dengan naungan dengan intensitas cahaya 25% maupun tanpa naungan. Pada hidroponik tingkat atas yang ditanami dengan cabai memiliki jarak 60 cm x 60 cm untuk setiap tanaman. Hal ini mengakibatkan intensitas cahaya untuk tanaman sawi berkurang. Oleh karena itu, tanaman sawi dipilih untuk hidroponik tingkat bawah.



Gambar 8. Grafik Kebutuhan Air untuk Hidroponik Cabai



Gambar 9. Grafik Kebutuhan Air untuk Hidroponik Cabai

Sistem hidroponik tanaman sawi berupa teknologi hidroponik sistem terapung (THST). Teknologi ini dipilih

karena lebih mudah daripada sistem fertigasi hidroponik. Teknologi ini hanya diletakkan di atas kolam tampungan dengan ketinggian 40 cm tanpa menggunakan pompa untuk mengalir air. Luas baku sawah (LS) yang digunakan untuk 80% (0,858 Ha) dari luas total (1,072 Ha) atau 89% dari luas tampungan air (0,965 Ha) dan 11% dari luas tampungan air digunakan sebagai ruang kosong untuk sirkulasi cahaya dan udara pada pertumbuhan budidaya ikan. Dari hasil optimasi didapatkan luas panen (A) sebesar 2,668 Ha. Sehingga menghasilkan intensitas tanam sebesar 3,11 kali dalam setahun atau sebesar 311%. Pola tanam sawi dapat dilihat pada **gambar 10**.

Pola Tanam Hidroponik Sawi

Nov	Des	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct
	/sawi = 0,858 ha		/sawi = 0,858 ha		/sawi = 0,858 ha		/sawi = 0,095 ha				

Gambar 10. Pola Tanam Hidroponik Sawi

Kebutuhan air untuk hidroponik tingkat bawah (sawi) didapatkan dari sisa air kebutuhan tanaman cabai. Sehingga *inflow* sawi pada **tabel 4** adalah hasil pengurangan dari *inflow* air hujan dikurangi dengan *outflow* tanaman cabai. Hal ini untuk mengoptimalkan ketersediaan air hujan (*inflow*) secara maksimal. Kebutuhan air tanaman sawi dapat dilihat pada **tabel 4** atau pada **gambar 11** dan **12**.

Tabel 4. Kebutuhan Air untuk Hidroponik Sawi

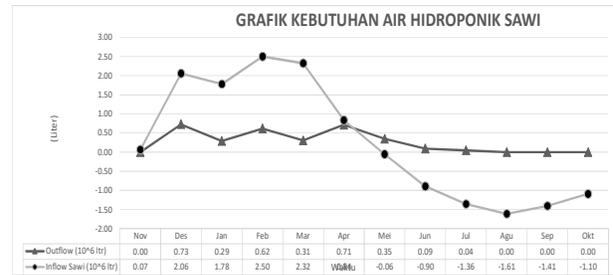
Bulan	Luas (Ha)	Q (l/detik)	Ouflow sawi*	Kum. Ouflow sawi*	Inflow sawi *	Kum. Inflow sawi*
Nov	0.000	0.000	0.000	0.000	0.067	0.067
Des	0.858	0.272	0.728	0.728	2.059	2.125
Jan	0.858	0.108	0.289	1.017	1.780	3.906
Feb	0.858	0.256	0.618	1.635	2.501	6.406
Mar	0.858	0.115	0.307	1.943	2.324	8.730
Apr	0.858	0.275	0.714	2.657	0.836	9.566
Mei	0.858	0.13	0.347	3.004	-0.055	9.510
Jun	0.095	0.036	0.093	3.098	-0.896	8.614
Jul	0.095	0.016	0.044	3.141	-1.358	7.256
Agu	0.000	0.000	0.000	3.141	-1.614	5.643
Sep	0.000	0.000	0.000	3.141	-1.406	4.237
Okt	0.000	0.000	0.000	3.141	-1.095	3.141

* × 1.000.000 liter

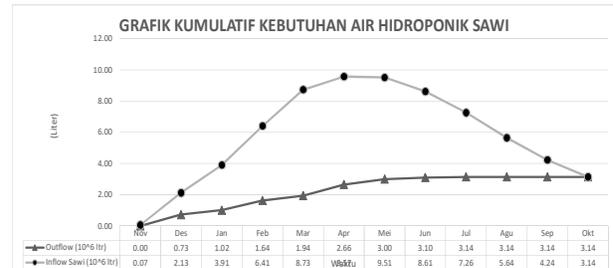
3.7. Tampungan Air.

Tampungan air ini memiliki 2 fungsi. Yang pertama menjadi tempat penyimpanan air untuk kebutuhan air irigasi (hidroponik tingkat atas dan bawah). Yang kedua sebagai budidaya ikan tawar. Pemanfaatan ini bisa menambahkan keuntungan dari pembudidayaan ikan pada sistem ini. Selain itu kotoran yang dihasilkan oleh ikan bisa digunakan sebagai pupuk dan nutrisi untuk tanaman sawi. Hal ini dapat menghemat pengeluaran untuk membeli pupuk dan nutrisi.

Luasan tampungan air terdiri dari 90% (0,965 Ha) dari luas total (1,072 Ha) dan 10% dari luas total digunakan sebagai jalan akses untuk mempermudah operasi dan pemeliharaan irigasi. Tampungan air memiliki 2 macam kolam yaitu kolam budidaya ikan seluas 10% (0,107 Ha) dari luas total dan kolam hidroponik sistem terapung seluas 80% (0,858 Ha) dapat dilihat pada **gambar 13**.



Gambar 11. Grafik Kebutuhan Air untuk Hidroponik Sawi



Gambar 12. Grafik Kebutuhan Air untuk Hidroponik Sawi



Gambar 13. Sketsa Kolam pada *Urban Farming Made*.

3.8. Kebutuhan Tampungan Air untuk Kebutuhan Tanaman Cabai dan Sawi.

Kebutuhan tampungan air didapatkan dari kebutuhan air total dari tanaman cabai dan sawi dapat dilihat pada **tabel 5** atau **gambar 14** dan **15**. Tampungan minimal sebesar -1,613 juta liter, tampungan maksimal sebesar 2,017 juta liter, sedangkan kebutuhan tampungan air sebesar 3,630 juta liter.

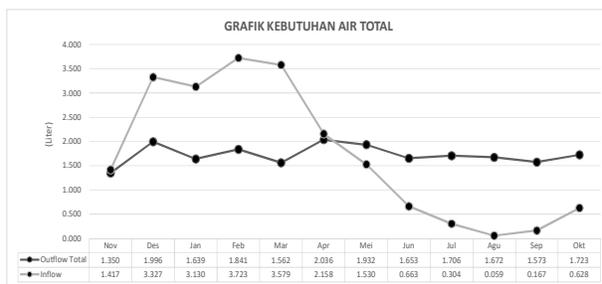
3.9. Kebutuhan Tampungan Air untuk Kolam Budidaya Ikan

Kolam budidaya ikan berbentuk persegi panjang yang terbuat dari kerangka besi diameter 6 cm dengan dilapisi terpal. Desain Perencanaan kolam untuk budidaya ikan memiliki tinggi 1,3 m dengan kedalaman air 1,1 m. Luas kolam sebesar 1,720 m². Sehingga volume kolam budidaya ikan sebesar 1,180 juta liter.

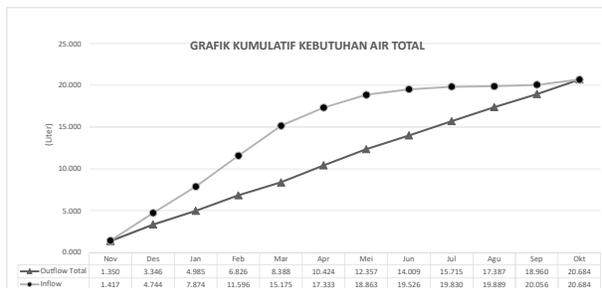
Tabel 5. Kebutuhan Air untuk Total

Bulan	Outflow w cabai*	Outflow w sawi*	Outflow Total*	Kum. Outflow Total*	Inflow*	Kum. Inflow*	Selisih
Nov	1.350	0.000	1.350	1.350	1.417	1.417	0.067
Des	1.268	0.728	1.996	3.346	3.327	4.744	1.331
Jan	1.350	0.289	1.639	4.985	3.13-	7.874	1.491
Feb	1.222	0.618	1.841	6.826	3.723	11.596	1.882
Mar	1.255	0.307	1.562	8.388	3.579	15.175	2.017
Apr	1.322	0.714	2.036	10.424	2.158	17.333	0.122
Mei	1.585	0.347	1.932	12.357	1.53-	18.863	-0.402
Jun	1.559	0.093	1.653	14.009	0.663	19.526	-0.990
Jul	1.662	0.044	1.706	15.715	0.304	19.83	-1.402
Agu	1.672	0.000	1.672	17.387	0.059	19.889	-1.613
Sep	1.573	0.000	1.573	18.960	0.167	20.056	-1.406
Okt	1.723	0.000	1.723	20.684	0.628	20.684	-1.095
				Tampungan Minimal			-1.613
				Tampungan Maksimal			2.017
				Kebutuhan Tampungan			3.630

* × 1.000.000 liter



Gambar 14. Grafik Kebutuhan Air Total



Gambar 15. Grafik Kebutuhan Air Total

3.10. Kebutuhan Tampungan Air untuk Kolam Budidaya

Sawi Teknologi Hidroponik Sistem Terapung (THST) Kolam untuk budidaya sawi dengan menggunakan teknologi hidroponik sistem terapung (TSHT) berbentuk persegi panjang yang akan di tutup styrofoam sebagai media apung tanaman sawi. Luas kolam sebesar 8.576 m2. Ketinggian kolam sebesar 40 cm dengan kedalaman air 30 cm. Sehingga volume kolam hidroponik sistem terapung sebesar 2,570 juta liter.

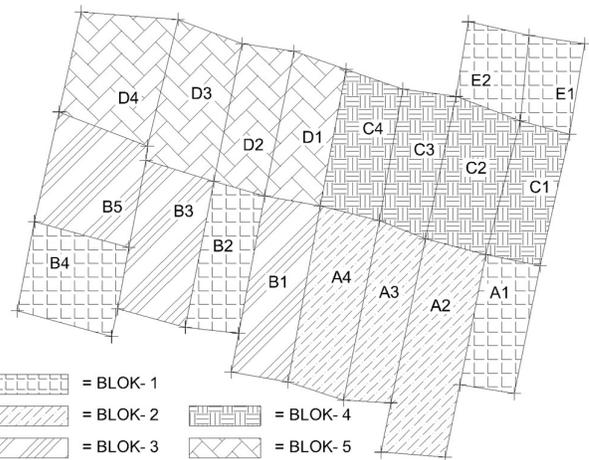
3.11. Water Balance

Water balance adalah keseimbangan penggunaan air antara kebutuhan air (outflow) dengan ketersediaan air

(inflow) Kebutuhan air total sebesar 3,630 juta liter. Ketersediaan air dari kolam budidaya ikan sebesar 1,180 juta liter ditambah dari kolam hidroponik sistem terapung sebesar 2,570 juta liter menghasilkan ketersediaan air total sebesar 3,750 juta liter. Sehingga surplus water balance sebesar +0,120 juta liter.

3.12. Blok dan Pedoman Awal Taman

Pembagian blok bertujuan untuk memudahkan pola operasi dan pemeliharaan jaringan irigasi. Pedoman awal tanam bertujuan untuk memudahkan dalam penjadwalan awal tanam yang disesuaikan dengan hasil optimasi. Pebagian blok dan pedoman awal tanam dapat dilihat pada **tabel 6** dan **gambar 16**.



Gambar 16. Blok Tersier pada Urban Farming Made.

3.13. Analisa Ekonomi

Analisa ekonomi bertujuan untuk mengetahui apakah proyek ini bisa atau tidak dikerjakan. Analisa berupa benefit cost ratio (BCR), net present value (NPV), dan payback period (PP). Pendapatan (benefit) urban farming Made didapatkan dari penjualan cabai hidroponik, sawi hidroponik, dan ikan lele. Hasil produksi tanaman hidroponik lebih besar dari tanaman konvensional. Harga penjualan tanaman hidroponik lebih mahal dibandingkan dengan tanaman model konvensional. Hal inilah yang menghasilkan banyak pendapatan dengan sistem hidroponik.

Hasil produksi cabai dengan sistem hidroponik dapat menghasilkan 35 ton/ha. Hasil produksi sawi dengan sistem hidroponik dapat menghasilkan 50 ton/ha menurut penelitian dari Simbolon (2011) [14]. Hasil produksi ikan lele dengan sistem bioflok lebih besar daripada sistem konvensional. Padat tebar dengan menggunakan sistem bioflok sebesar 1000 ekor/m3 dengan hasil panen sebesar 93 kg/m3 [15]. Dalam proyek ini ada 2 model kolam ikan yang bisa

dimanfaatkan. Kolam budidaya ikan dengan tinggi 1,3 meter yang menghasilkan 4 siklus pertahun dan kolam hidroponik sawi terampung hanya 2 siklus per tahun. Hal ini dikarenakan kolam hidroponik sawi dimanfaatkan untuk menanam sawi selama 6 bulan dengan sistem hidroponik terampung yang mana kolam akan ditutup dengan styrofoam. Total pendapatan urban farming sebesar Rp16.625.534.956,38 dapat dilihat pada **tabel 7**.

Tabel 6. Blok dan Pedoman Awal Tanam

No	Blok	Tanaman	Awal Tanam	Petak Tersier	Luas			
1	BLOK-1	Cabai I	Nov	A1, B2, B4, E1, E2	0,218			
		Cabai II	Apr					
		Cabai III	Sep					
		Sawi I	Des					
2	BLOK-2	Sawi II	Feb	A2, A3, A4	0,174			
		Sawi III	April					
		Sawi IV	Jun					
		Cabai I	Des					
		3	BLOK-3		Cabai II	Mei	B1, B3, B5	0,201
					Cabai III	Okt		
					Sawi I	Des		
					Sawi II	Feb		
4	BLOK-4	Sawi III	April	C1, C2, C3, C4	0,049			
		Sawi IV	Jun					
		Cabai I	Des					
		Cabai II	Mei					
		5	BLOK-5		Cabai III	Okt	D1, D2, D3, D4	0,211
					Sawi I	Des		
					Sawi II	Feb		
					Sawi III	April		

Tabel 7. Pendapatan Urban Farming Made

Uraian	Luas Tanam (Ha)	Hasil Produksi (Ton/Ha)	Hasil Produksi (Ton)	Harga per Kg. (Rp)	Total (Rp)
Cabai	2.573	35.00	90,048.00	30,000.00	2,701,440,000.00
Sawi	2.668	50.00	133,377.87	16,000.00	2,134,045,996.38
Lele					
*	1.072	331.45	355,316.54	15,000.00	5,329,748,160.00
**	1.072	401.76	430,686.72	15,000.00	6,460,300,800.00
			Total		16,625,534,956.38

* Ikan Lele pada kolam budidaya ikan

** Ikan Lele pada kolam hidroponik sistem terampung

Biaya (cost) urban farming Made didapatkan dari biaya tetap untuk tenaga kerja pada **tabel 8**, biaya tetap bangunan pada **tabel 9**, dan biaya variabel pada **tabel 10**. Biaya tetap untuk tenaga kerja dalam setahun sebesar Rp1.168.694.400,00. Biaya tetap untuk bangunan meliputi pembuatan greenhouse, peralatan, saluran irigasi, sewa lahan, dan biaya listrik sebesar Rp375.010.396,27. Harga

dari pembuatan greenhouse, peralatan, saluran irigasi, dan fasilitas dihitung dengan mempertimbangkan nilai penyusutan. Biaya variabel pertahun sebesar Rp5.291.036.533,29. Jadi total biaya operasional sebesar Rp6.834.741.329,56. sehingga keuntungannya sebesar Rp9.790.793.626,82.

Analisa ekonomi menggunakan metode benefit cost ratio (BCR) sebesar 1,43. Nilai BCR proyek ini memenuhi syarat karena melebihi dari 1 (>1). Analisa dengan metode net present value (NPV) Rp2.956.052.297,26. Nilai NPV proyek ini memenuhi syarat karena melenihi dari 0 (>0). Analisa metode payback period (PP) membutuhkan 1,7 tahun untuk kembali modal. Dari analisa ekonomi dengan berbagai metode diketahui bahwa proyek ini layak untuk dikerjakan.

Tabel 8. Biaya Tetap Tenaga Kerja

Uraian	Volume (org)	Bulan	Luas (Ha)	Harga satuan (Rp)	Total (Rp)
Persemaian	8.00	12.00	1.072	125,000.00	321,600,000.00
Panen	8.00	12.00	1.072	125,000.00	241,200,000.00
Pasca Panen	8.00	12.00	1.072	125,000.00	321,600,000.00
Pengawas	8.00	12.00	1.072	4,200,000.00	162,086,400.00
Manajer	8.00	12.00	1.072	5,000,000.00	64,320,000.00
Asisten	8.00	12.00	1.072	4,500,000.00	57,888,000.00
Manajer					
Total					1,168,694,400.00

Tabel 9. Biaya Tetap Bangunan

Uraian	Volume	Harga satuan (Rp)	Total (Rp)
Sewa Lahan	10,720.00	500.00	5,360,000.00
Biaya Listrik	1.00	1,800,000.00	1,800,000.00
Greenhouse	9,561.03	9,750.00	93,220,050.30
Sarana Irigasi	1.00	4,200,000.00	123,308,603.73
Kolam	1.00	149,727,397.20	149,727,397.20
Fasilitas	1.00	1,594,345.04	1,594,345.04
Greenhouse			
Total			375,010,396.27

Tabel 10. Biaya Variabel

Bulan	Satuan	Volume	Luas	Harga Satuan	Total (Rp)
Tanaman Cabai					
Bibit	Pcs	7,172.57	2.57	65.00	1,199,484.00
Media Tanam	Kg	358,628.73	2.57	2,000.00	1,845,360,000.00
Tanaman Sawi					
Bibit	Kg	0.60	2.67	120,000.00	192,064.14
Rockwool	Pcs	88,889.00	2.67	100.00	23,711,651.82
Ikan Lele					
Bibit	Ek	3,500,000.00	1.07	125.00	469,000,000.00
Pakan	Kg	280,000.00	1.07	8,200.00	2,461,312,000.00
Probiotik	Ltr	933.33	1.07	25,000.00	25,013,333.33
Molase	Ltr	23,333.33	1.07	6,000.00	150,080,000.00
Tepung	Kg	46,666.67	1.07	6,000.00	300,160,000.00
Premix	Kg	46.67	1.07	250,000.00	12,506,666.67
Desinfektan	Btl	233.33	1.07	10,000.00	2,501,333.33
Total					5,291,036,533.29

5. Simpulan

Berdasarkan hasil pembahasan maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Intensitas tanam sebesar 240% dengan pola tanam Palawija-Palawija untuk hidroponik tingkat atas dan intensitas tanam sebesar 311% dengan pola tanam Palawija-Palawija untuk hidroponik tingkat bawah.
2. Kebutuhan air rencana sebesar 3,630 juta liter sedangkan ketersediaan tampungan air total sebesar 3,750 juta liter (kolam ikan sebesar 1,180 juta liter dan kolam hidroponik herpung sebesar 2,570 juta liter). Sehingga menghasilkan defisit air sebesar + 0,120 juta liter.
3. Nilai benefit cost ratio (BCR) 1,43. Nilai net present value (NPV) Rp2.956.052.297,26. dan nilai payback period (PP) membutuhkan 1,7 tahun.

Daftar Pustaka

- [1] Dewi, Renny Ratna dan Eko Budi Santoso. Arah Peningkatan Pengelolaan Program Urban Farming di Kelurahan Made Kecamatan Sambikerep Surabaya. *Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota* Volume 5 No 2. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember (2016) Hal C203 - C208
- [2] Putra, Yudha Manggala. (2016. 18 Maret). Lahan Pertanian di Surabaya Menyusut [online]. Pada <https://www.republika.co.id/>
- [3] SNI 2415-2016 Tata Cara Perhitungan Debit Banjir Rencana
- [4] Lade, Omolara dan David Olok. *Assessment of Rainwater Harvesting Potential in Ibadan, Nigeria. West Midlands: School of Technology*. University of Wolverhampton. *Environ. Eng. Res.* 2013 June.18(2): 91-94.
- [5] Doorenbos J, WO Pruitt. *Guidelinis for Predicting Crop Water Requirement Book 24*. FAO. Rome (1977) 144 p.
- [6] Mpusia, Peter Tipis Ole. *Comparison of Water Consumption between Greenhouse and Outdoor Cultivation*. Thesis. Enschede: International Institute For Geo-Information Science And Earth Observation (2006) hal 15-19.
- [7] Supriadi, Devie Rienzani, Anas D. Susila, dan Eko Sulistyono. Penetapan Kebutuhan Air Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annum L.*) dan Cabai Rawit (*Capsicum frutescens L.*). *J. Hort. Indonesia*, April 2018, 9(1): 38-46
- [8] Sari, Dinda Puspa. *Kajian kinerja irigasi tetes pada tanah andosol dengan budidaya tanaman caisim (Braassica Juncea L.)*. Medan: Universitas Sumatera Utara. *J. Rekayasa Pangan dan Pert.*, Vol.2 No.3 Tahun (2016).
- [9] Maulana, Mohamad. *Peranan Luas Lahan, Intensitas Pertanaman Dan Produktivitas Sebagai Sumber Pertumbuhan Padi Sawah Di Indonesia 1980 – 2001*. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Sosial Ekonomi Pertanian. *Jurnal Agro Ekonomi*, Volume 22 No.1, Mei 2004: 74 - 95
- [10] Muharomah, Riani. *Analisis Laju Konsumsi Air Tanaman Selada Pada Teknologi Hidroponik Sistem Terapung Dalam Rumah Tanaman*. Thesis. Bogor: Institut Pertanian Bogor Tahun (2017) hal 7.
- [11] Ulfa, Azura. *Perhitungan Kinerja Waduk Dan Evaluasi Kapasitas Waduk Ngancar Batuwarno, Wonogiri, Jawa Tengah*. Yogyakarta: UGM. *Jurnal Bumi Indonesia* Volume 5. Nomer 4 Tahun (2016).
- [12] Giatman, M. *Ekonomi Teknik*. Jakarta: Rajawali Pres, (2011). Hal 67-90.
- [13] Wibowo, Suryo Adhi. *Pengaruh Pemberian Naungan Dengan Intensitas Cahaya Yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Berbagai Jenis Tanaman Sawi (Brassica Juncea L)* Yogyakarta: Universitas Sarjanawiyata Tamansiswa. *Jurnal Ilmiah Agroust* Vol 2. No. 1 Tahun (2018).
- [14] Moerhasrianto, PradytoRespon *Pertumbuhan Tiga Macam Sayuran Pada berbagai konsentrasi nutrisi larutan hidroponik*, Jember: Universitas Jember Skripsi Tahun (2011)
- [15] Direktorat Produksi dan Usaha Budidaya KPP RI. *Budidaya Ikan Lele Sistem Biofok*. Buku Saku. Jakarta tahun (2017)

Halaman ini sengaja dikosongkan