

Optimasi Keuntungan Pengusaha Sayuran Hidroponik Di Kota Kupang

Optimasi Profits On Some Hydroponic Vegetable Entrepreneurs In Kupang City

¹Martin Metta, ²Johanna Suek, ³Lika Bernadina, ⁴Marthen Robinson Pellokila

¹²³⁴Program Studi Agribisnis, Fakultas Pertanian Universitas Nusa Cendana, (0380)
881085. Jl. Adisucipto Penfui, 85001, Indonesia

¹E-mail: johanna.suek@gmail.com

Diterima : 26 Mei 2023

Disetujui : 05 Juni 2023

ABSTRAK

Hortikultura adalah komoditas dengan potensi pengembangan yang besar di Indonesia. Penelitian studi kasus yang melibatkan 3 pengusaha hidroponik di Kota Kupang. Tujuan penelitian adalah mengetahui kombinasi sayuran yang memberikan optimalisasi keuntungan dari usaha hidroponik Evolusi, Alexa Garden, dan Pelangi. Metode simpleks digunakan dalam analisis data dengan bantuan iterasi. Hasil analisis sebelum menggunakan metode simpleks ditemukan bahwa total keuntungan ketiga usaha hidroponik masing-masing sebesar Rp.1.984.964 untuk pelangi hidroponik, keuntungan sebesar Rp.10.801.125 untuk evolusi hidroponik dan sebesar Rp.972.740 untuk Alexa hidroponik. Setelah pemanfaatan metode tersebut, keuntungan optimum usaha pelangi hidroponik meningkat menjadi Rp.4.058.312 melalui kombinasi sayur selada (X_3) dan pakcoy (X_4). Keuntungan optimal usaha Evolusi hidroponik menjadi sebesar Rp.15.046.648 melalui kombinasi yang sama yakni sayur selada (X_3) dan pakcoy (X_4). Keuntungan optimal Alexa Garden menjadi Rp.1.307.591 dengan kombinasi sayur kangkung (X_1), kailan (X_2), dan pakcoy (X_4). Dengan demikian keuntungan terbesar diperoleh Evolusi Hidroponik dengan selisih keuntungan sebesar Rp.4.245.523, diikuti usaha Pelangi hidroponik sebesar Rp.2.073.348 dan terendah adalah usaha Alexa Garden hidroponik dengan selisih keuntungan sebesar Rp.334.851.

Kata kunci: Optimalisasi, Keuntungan, Hidroponik.

ABSTRACT

Horticulture is a commodity with great development potential in Indonesia. Case study research involving 3 hydroponic entrepreneurs in Kupang City. The aim of this research is to find out the combination of vegetables that optimize profits from the Evolution, Alexa Garden, and Pelangi hydroponic businesses. The simplex method is used in data analysis with the help of iteration. The results of the analysis before using the simplex method found that the total profit of the three hydroponic businesses was IDR 1,984,964 for rainbow hydroponics, a profit of IDR 10,801,125 for hydroponic evolution and IDR 972,740 for hydroponic Alexa. After using this method, the optimum

profit for the hydroponic rainbow business increased to IDR 4,058,312 through a combination of lettuce (X_3) and pakcoy (X_4). The optimal profit for the hydroponic evolution business is IDR 15,046,648 through the same combination of lettuce (X_3) and pakcoy (X_4). Alexa Garden's optimal profit becomes IDR 1,307,591 with a combination of kale (X_1), kailan (X_2), and pakcoy (X_4). Thus the biggest profit was obtained by Evolution Hydroponics with a profit difference of Rp.4,245,523, followed by the Pelangi hydroponic business of Rp.2,073,348 and the lowest was the hydroponic Alexa Garden business with a profit difference of Rp.334,851.

Kata kunci: Optimization, Profit, Hydroponics

PENDAHULUAN

Pertanian merupakan salah satu sektor utama dalam pembangunan nasional yang berkelanjutan di negara agraris. Menurut (Dumasari, 2020), sektor pertanian menjadi kunci pembuka untuk tercapainya ketahanan pangan, pertumbuhan ekonomi, kelestarian lingkungan, perkembangan sosial budaya, stabilitas dan keamanan negara. Pertanian memiliki cakupan yang luas, dinamis dan kompleks. Pertanian dalam perkembangannya memiliki beberapa sub-sektor, salah satunya yaitu sub-sektor hortikultura (Caron et al., 2015; Congreves, 2022; Devi & Kumar, 2020; Migliorini et al., 2019).

Komoditas hortikultura memiliki nilai jual yang cukup tinggi, sehingga bagi masyarakat yang bergerak di bidang usaha pengolahan hasil pertanian, bisnis dalam sub sektor hortikultura dapat menjadi sumber pendapatan yang menjanjikan (Arvianti et al., 2020; Cheng et al., 2021; Fimbres-Acedo et al., 2020; Lamm et al., 2021; Simons & Skydmore, 2017). Menurut data yang dipublikasikan oleh (Kementrian Pertanian Republik Indonesia, 2020), bahwa sub sektor hortikultura bertumbuh positif 7,85% di kuartal ke IV 2020.

Mengingat produk sayuran mudah rusak dan diproduksi dalam jumlah besar, maka perlu adanya teknologi

untuk meningkatkan kuantitas dan kualitas Sayuran (Suhl et al., 2016). Selain itu, diperlukan penanganan pasca panen untuk memperpanjang masa kesegaran produksi sayuran (Fadel et al., 2017; Siddiq et al., 2020). Dalam kajian ini solusi mengatasi permasalahan tersebut melalui inisiatif kreatif dan inovatif manusia untuk mengembangkan berbagai teknologi (Malik et al., 2019) untuk menghasilkan sayuran, buah-buahan dan tanaman hias yang meminimalisir penggunaan air. Teknik hidroponik (Asao et al., 2014; Gilmour et al., 2019; Saadatian et al., 2014; C. Zhang et al., 2023) dimungkinkan untuk memproduksi tanaman pada lingkungan terkendali, menggunakan sumberdaya secara efektif.

Adanya teknik menanam sayuran dengan metode hidroponik mendorong banyak pengusaha sayuran organik di Kota Kupang untuk mengembangkan usahanya, diantaranya yaitu Pelangi Hidroponik, Evolusi Hidroponik, dan Alexa Garden.

Ketiga usaha sayuran ini biasanya menghadapi beberapa kendala atau keterbatasan sumber daya dalam memenuhi permintaan ataupun berproduksi maksimal, misalnya dari segi lahan, biaya, tenaga kerja dan permintaan yang berubah-ubah. Investigasi penggunaan input dan output melalui pendekatan *linear programming* telah dilakukan oleh beberapa peneliti

seperti (Bitto et al., 2013; Chen et al., 2020; Yamamoto et al., 2023; S. Zhang et al., 2022). Studi ini menggunakan cara yang sama untuk mengkombinasi penggunaan input, agar dapat memaksimalkan pendapatan dari ketiga usaha hidroponik sayuran.

Dalam konsep pembangunan usaha, meningkatkan produktivitas kerja dan input lainnya diharapkan dapat meningkatkan profit para pengusaha sayuran ini. Beberapa pendekatan analisis digunakan untuk mengoptimalkan profit, salah satunya mengoptimalkan keuntungan dengan menentukan kombinasi jenis tanaman sayuran yang akan ditanam. Kombinasi dan optimalisasi sumber daya dapat dianalisis menggunakan *linear programming* (Dickson et al., 2016; Rajkumar et al., 2018; Ruiz & Taleisnik, 2013).

Metode *linear programming* membantu para pengusaha sayuran dalam mengoptimalkan keuntungan dengan cara mengkombinasikan varian produk yang ada berdasarkan keterbatasan sumberdaya yang dimiliki. Dengan demikian usaha yang dijalankan dapat mencapai produksi yang optimal dan memperoleh laba maksimal.

pada kajian ini terdapat 3 usaha sayuran hidroponik dengan 4 komoditi sayuran yaitu sayur kangkung, kailan, selada, dan pakcoy yang akan dilakukan optimasi. Dengan selisih keuntungan setelah optimasi yang berhasil di estimasi dari masing-masing pengusaha sayuran, akan diketahui lokasi usaha hidroponik mana yang mendapatkan keuntungan lebih optimal.

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan penelitian ini yaitu:

1. Mengestimasi kombinasi sayuran yang dapat mengoptimalkan keuntungan pada ketiga pengusaha hidroponik.

2. Mengetahui kombinasi sayuran apa dan usaha hidroponik mana yang mendapatkan keuntungan terbesar.

MATERI DAN METODE

Penelitian ini dilakukan pada tanggal 27 April 2022 sampai 6 Juni 2022 di tiga lokasi, yaitu Pelangi Hidroponik yang bertempat di Kelurahan Bakunase, Kecamatan Kota Raja, Kota Kupang; Evolusi Hidroponik yang bertempat di Kelurahan Lasiana, Kecamatan Kelapa Lima, Kota Kupang; dan Alexa Garden yang bertempat di Kelurahan Oebufu, Kecamatan Oebobo, Kota Kupang. Pemilihan ketiga usaha hidroponik ini dengan pertimbangan aksesibilitas pertama, ketiga usaha hidroponik sudah cukup dikenal di kota Kupang. Kedua, ke ketiga usaha hidroponik sangat mudah dijangkau.

Data yang dibutuhkan adalah data primer dan data sekunder. Data primer akan didapatkan dari wawancara langsung dengan pengelola usaha sayuran hidroponik yang berpedoman pada daftar pertanyaan/ kuesioner. Data sekunder didapatkan dari studi kepustakaan.

Analisis data menggunakan pendekatan *linear programming*. Variabel yang diamati yaitu harga jual sayuran, jumlah produksi sayuran yang dihasilkan, biaya, penerimaan, keuntungan, variabel yang diamati untuk merumuskan fungsi kendala (X) terdiri dari (lahan, biaya produksi, tenaga kerja, benih) dan variabel yang diukur untuk merumuskan fungsi tujuan (Y) (keuntungan yang diperoleh untuk masing-masing jenis komoditas sayuran yang diproduksi).

Pendekatan *linear programming* dipakai untuk mengoptimasi penggunaan faktor produksi sehingga dapat mengoptimalkan pendapatan dari

ketiga usaha hidroponik. Analisis optimasi ini berdasarkan dua Langkah iterasi yaitu analisis primal dan analisis dual.

Setelah didapat keuntungan optimal, dilakukan perhitungan selisih keuntungan dari ketiga pengusaha hidroponik sebelum optimasi dan sesudah optimasi. Dari perhitungan tersebut akan ditemukan tujuan kedua pada dari kajian

Penerimaan

Penerimaan adalah perkalian antara jumlah produksi sayuran yang diperoleh dengan harga jual sayuran di pasaran (Soekartawi, 1995). kemudian mengestimasi keuntungan dapat menggunakan formulasi:

$$TR_i = Y_i \times P_{yi}$$

Keterangan:

TR_i : total penerimaan masing-masing jenis sayuran (Rp)

Y_i : jumlah produksi masing-masing jenis sayuran (Rp)

P_{yi} : harga jual masing-masing jenis sayuran (Rp)

Pendapatan

Pendapatan adalah selisih antara penerimaan dengan biaya total. Penerimaan merupakan total penerimaan pengusaha sayuran pada periode waktu tertentu, sedangkan biaya total adalah seluruh biaya yang digunakan dalam proses produksi sayuran pada periode waktu tertentu (Soekartawi, 1995). Untuk mengestimasi keuntungan dapat didekati menggunakan formulasi:

$$\pi = TR_i - TC_i$$

Keterangan:

π : Pendapatan masing-masing jenis sayuran (Rp)

TR : Total penerimaan masing-masing jenis sayuran (Rp)

TC : Total biaya masing-masing jenis sayuran (Rp)

Biaya Total

Biaya total adalah penjumlahan biaya tetap dan biaya variabel (Soekartawi, 1995). Perhitungan biaya total menggunakan rumus:

$$TC = FC + VC$$

Keterangan:

TC : Biaya total (Rp)

FC : Biaya Tetap / Fixed Cost (Rp)

VC : Biaya Variabel / Variable Cost (Rp)

Biaya Penyusutan

Biaya penyusutan merupakan biaya yang dikategorikan dalam biaya tetap. Besarnya biaya penyusutan dapat dihitung dengan menggunakan metode garis lurus. Metode ini digunakan dengan pemikiran bahwa benda yang dipakai dalam pengolahan menyusut dalam besaran setiap tahunnya (Subanar, 1994). Biaya penyusutan dihitung menggunakan rumus:

$$D = (P-S)/N$$

Keterangan:

D : Besarnya penyusutan (Rp/tahun)

P : Harga beli (Rp)

S : Nilai sisa (Rp)

N : Umur ekonomis (tahun)

Optimasi keuntungan didekati dengan pendekatan *linear programming* berdasarkan kajian (Aminudin, 2005) dengan memformulasikan fungsi tujuan dan beberapa kendala. Model ini sudah disesuaikan dengan kebutuhan penelitian, yaitu sebagai berikut:

Fungsi tujuan

$$Maks Z = X_1 + X_2 + X_3 + X_4$$

Keterangan:

Maks Z: Keuntungan maksimum dari kombinasi optimal beberapa jenis sayuran

X1: Keuntungan sayuran kangkung (Rp/kg)

X2: Keuntungan sayuran kailan (Rp/kg)

X3: Keuntungan sayuran selada (Rp/kg)

X4: Keuntungan sayuran pakcoy (Rp/kg)

Kendala Lahan (Luas Instalasi Hidroponik)

$$L1 + L2 + L3 + L4 \leq b1$$

Keterangan:

L1: Luas lahan yang digunakan untuk sayuran kangkung (m²)

L2: Luas lahan yang digunakan untuk sayuran kailan (m²)

L3: Luas lahan yang digunakan untuk sayuran selada (m²)

L4: Luas lahan yang digunakan untuk sayuran pakcoy (m²)

b1: Batas ketersediaan lahan

Kendala Biaya Produksi

$$M1 + M2 + M3 + M4 \leq B2$$

Keterangan:

M1 : Jumlah biaya yang dibutuhkan untuk sayuran kangkung (Rp/kg)

M2 : Jumlah biaya yang dibutuhkan untuk sayuran kailan (Rp/kg)

M3 : Jumlah biaya yang dibutuhkan untuk sayuran selada (Rp/kg)

M4 : Jumlah biaya yang dibutuhkan untuk sayuran pakcoy (Rp/kg)

b2 : Batas ketersediaan biaya

Kendala Tenaga Kerja

$$TK1 + TK2 + Tk3 + TK4 \leq b3$$

Keterangan:

TK1 : Jumlah HOK yang digunakan untuk sayuran kangkung

TK2 : Jumlah HOK yang digunakan untuk sayuran kailan

TK3 : Jumlah HOK yang digunakan untuk sayuran selada

TK4 : Jumlah HOK yang digunakan untuk sayuran pakcoy

b3 : Batas ketersediaan tenaga kerja (HOK)

Kendala benih

$$B1 \leq b4.1$$

$$B2 \leq b4.2$$

$$B3 \leq b4.3$$

$$B4 \leq b4.4$$

Keterangan:

B1 : Jumlah benih untuk produksi 1 kg sayuran kangkung (gram/kg)

B2 : Jumlah benih untuk produksi 1 kg sayuran kailan (gram/kg)

B3 : Jumlah benih untuk produksi 1 kg sayuran selada (gram/kg)

B4 : Jumlah benih untuk produksi 1 kg sayuran pakcoy (gram/kg)

b4.1: Batas ketersediaan benih kangkung

b4.2: Batas ketersediaan benih kailan

b4.3: Batas ketersediaan benih selada

b4.4: Batas ketersediaan benih pakcoy

1. Fungsi tujuan dan fungsi kendala akan disusun pada matriks yang disesuaikan nominal nya, kemudian dilakukan iterasi menggunakan metode *Linear Programming*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Produksi dan Harga Sayuran

Produksi sayuran hidroponik berfluktuasi dipengaruhi permintaan pelanggan dan ketersediaan benih di pasar. Produksi sayuran pada Tabel 1.

Volume produksi juga dipengaruhi oleh harga jual yang ditawarkan oleh setiap usaha hidroponik. Rata-rata harga jual sayur di ketiga pengusaha hidroponik secara berurutan Rp. 28.750 ± 7500 di Pelangi Hidroponik, Rp.31.250 ± 6.291 di Evolusi dan Rp.31.250 ± 7.500 di Alexa.

Tabel 1. Produksi Sayuran di Ketiga Usaha per musim tanam

Jenis Sayuran	Volume Produksi (Kg)		
	Pelangi Hidroponik	Evolusi Hidroponik	Alexa Garden
Kangkung	20	12	18
Kailan	35	50	30
Selada	25	200	30
Pakcoy	35	185	30
Total	115	447	108
Rata-rata	28,75	111,75	27
Simp.Baku	7,50	94,72	6
Max		94,72	
Min		6	

Volume produksi juga dipengaruhi oleh harga jual yang ditawarkan oleh setiap usaha hidroponik. Rata-rata harga jual sayur di ketiga pengusaha hidroponik secara berurutan Rp. 28.750 ± 7500 di Pelangi Hidroponik, Rp.31.250 ± 6.291 di Evolusi dan Rp.31.250 ± 7.500 di Alexa. Dari angka rata harga dan simpangan bakunya, terlihat harga di Alexa relatif lebih stabil dibandingkan kedua usaha hidroponik lainnya. Harga sayur kangkung sama di ketiga pengusaha hidroponik yakni Rp. 25.000/kg, begitu pula harga jual sayur selada Rp. 40.000/kg. Sedangkan harga jual sayur kailan dan pakcoy berkisar Rp. 25.000 – Rp. 30.000 per kilonya.

Biaya Produksi

Perhitungan biaya yang cermat membantu pengusaha mengestimasi keuntungan optimal. Biaya produksi meliputi biaya tetap yaitu biaya yang tidak perlu diperbaharui. Biaya variabel adalah biaya yang harus diperbaharui setiap musim nya (Windah et al., 2020). Berikut adalah penjelasan kedua biaya tersebut pada ketiga usaha hidroponik.

Biaya tetap mencakup biaya penyusutan alat dan sarana produksi. Sedangkan biaya variabel meliputi biaya listrik, air, nutrisi, rockwool, tenaga kerja, dan biaya benih. Deskripsi biaya dicantumkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Biaya Produksi di ketiga Usaha Hidroponik per Musim Tanam

Jenis Biaya	Biaya total (Rp) Usaha Hidroponik		
	Pelangi	Evolusi	Alexa
Penyusutan	1.578.000	3.216.000	2.589.000
Variabel	1.785.000	4.420.000	2.500.000
▪ Listrik	150.000	200.000	150.000
▪ Air	-	-	140.000
▪ Nutrisi	360.000	840.000	425.000
▪ Rockwool	80.000	160.000	90.000
▪ Tenaga Kerja	1.000.000	3.000.000	1.500.000
▪ Benih	195.000	220.000	195.000
Total	3.363.000	7.636.000	5.089.000

Dilihat dari komposisi biaya, biaya tenaga kerja merupakan biaya tertinggi. Kontribusi biaya terhadap biaya total

masing-masing sebesar 30% (Pelangi), 39% (Evolusi) dan 30% (Alexa). Besarnya biaya tenaga kerja

disebabkan karena ragam pekerjaan yang dilakukan dalam usaha hidroponik bervariasi dalam hal pemeliharaan. Kontribusi biaya tenaga kerja dalam usaha hidroponik mirip dengan kajian Hestiriani (2021) sebesar 62% dari keseluruhan total biaya, sementara kajian Ekaria (2019) menemukan bahwa biaya tenaga kerja sebesar 17% dari keseluruhan biaya usaha hidroponik. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa variasi biaya tenaga kerja diduga karena variasi jenis pekerjaan, lama waktu bekerja dan harga tenaga kerja

yang berbeda dari suatu tempat ke tempat lain.

Fungsi Kendala

Fungsi kendala dicermati dari aspek luas lahan, biaya produksi, tenaga kerja dan kebutuhan benih. Secara terperinci dijelaskan pada bagian berikut.

1. Lahan (Luas Instalasi Hidroponik)

Kendala luas lahan dihitung berdasarkan jarak tanam pada instalasi hidroponik. Luas lahan per jenis tanaman kebutuhan lahan dari keempat jenis sayuran disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Luas lahan yang tersedia dan yang dibutuhkan per Jenis Sayuran setiap Musim Tanam.

Sayuran	Luas Lahan per m ²		
	Pelangi	Evolusi	Alexa
Lubang Tanam, unit	1600	3100	2000
Luas Lahan	64	124	80
Kangkung	40	32	40
Kailan	10	14	8
Selada	5	40	6
Pakcoy	4	20,80	3,20
Rata-rata	14,75	26,70	14,30

2. Biaya Produksi

Ketersediaan biaya produksi yang dikeluarkan turut menentukan produksi

yang dihasilkan. Biaya produksi ketiga usaha hidroponik pada setiap jenis sayurnya disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Biaya produksi Setiap Kilogram Sayuran di Ketiga Usaha

Usaha Hidroponik	Jenis Sayuran	Biaya		
		Tetap	Variabel	Total
Pelangi	Kangkung	32,875	227,912	260,787
	Kailan	32,875	345,298	378,173
	Selada	32,875	255,978	288,853
	Pakcoy	32,875	304,348	337,223
Evolusi	Kangkung	67,000	131,827	198,827
	Kailan	67,000	886,712	953,712
	Selada	67,000	2,060,672	2,127,672
	Pakcoy	67,000	1,201,664	1,268,664
Alexa	Kangkung	53,936	274,637	328,573
	Kailan	53,938	534,741	588,679
	Selada	53,938	952,491	1,006,429
	Pakcoy	53,938	499,641	553,579

Tabel 4 mendeskripsikan rata-rata biaya tertinggi pada usaha sayur Kailan dan terendah adalah pada biaya sayur Kangkung di Pelangi Hidroponik. Selanjutnya sayur Selada memiliki biaya rata-rata tertinggi dan sayur kangkung mengeluarkan rata-rata biaya terendah pada Evolusi Hdroponik. Sementara, sayur Selada menghabiskan biaya rata-rata tertinggi dan sayur kangkung

memiliki biaya rata-rata terendah di Alexa Hidroponik.

3. Tenaga Kerja

Curahan kerja untuk keempat jenis sayuran pada masing-masing usaha hidroponik disajikan pada Tabel 5. Tenaga kerja diestimasi berdasarkan curahan kerja (Hari Kerja Orang, HKO) (Demangkay, 2021).

Tabel 5. Curahan Kerja di ketiga lokasi dalam satu musim tanam.

Jenis Sayur	HKO per Musim per Jenis Sayur		
	Pelangi	Evolusi k	Alexa
Kangkung	4,38	8,13	4,50
Kailan	4,00	8,88	4,50
Selada	4,25	10,63	4,88
Pakcoy	4,00	10,38	4,88
Total HKO	16,63	38,02	18,76

Merujuk Tabel 5, alokasi curahan kerja terbesar pada Evolusi hidroponik dan terendah di usaha Pelangi Hidroponik. Tingginya curahan kerja di usaha Evolusi dikarenakan jumlah tanaman yang ditanam lebih banyak dibandingkan kedua usaha lainnya. Selain itu, variasi kerja yang berbeda selama proses produksi, turut menentukan jumlah HKO yang dicurahkan. Sejalan dengan studi Ekaria (2019) dan Hestriani (2021) biaya penggunaan tenaga kerja merupakan

komponen terbesar dari biaya variabel lainnya.

4. Kebutuhan Benih

Ketersediaan benih turut menentukan lancar/tidaknya produksi sayuran. Ketersediaan secara kuantitas dan kualitas perlu diperhatikan untuk memperoleh sayur yang baik. Kebutuhan benih dalam satu musim tanam disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Kebutuhan benih setiap jenis sayuran di Ketiga Usaha

Benih	Jumlah Benih (Gram)		
	Pelangi Hidroponik	Evolusi Hidroponik	Alexa Garden
Kangkung	26,60	16	104
Kailan	8,75	11	7,50
Selada	2,50	10	1,50
Pakcoy	0,70	3,70	0,60
Total	38,55	40,70	113,60
Rata-rata	9,63	10,17	28,40

Jika rasio penggunaan benih per kilogram produksi setiap jenis sayuran

(Rasio Tabel 1 dan Tabel 6), terlihat penggunaan benih sayuran per kg sayur

untuk sayur Kangkung tertinggi di Alexa Hidroponik dengan penggunaan benih rata-rata 5,78 gram/kg sayur. Sementara di Pelangi dan Evolusi sama dengan rata-rata 1,33gram benih/kg. Penggunaan benih setiap kilogram sayur selada, rata-rata kebutuhan tertinggi di Pelangi Hidroponik, sebesar 0,10 gram//kg. Sedangkan di Evolusi dan Alexa relatif sama yakni 0,05gram/kg sayur. Kebutuhan benih sayur Pakcoy relatif sama sebesar 0,02 gram/kg sayur di ketiga usaha. Sementara untuk Kailan, rata-rata penggunaan benih terendah di usaha pelangi yakni 0,22gram/kg dibandingkan dengan kedua usaha lainnya masing-masing sebesar 0,25gram/kg sayur. Tinggi/rendahnya penggunaan benih setiap jenis sayuran

diduga disebabkan oleh jenis benih yang digunakan dan daya kecambah dari masing-masing benih. Studi yang dilakukan seirama dengan yang dikaji oleh Regyta. *dkk* (2023) yang mana dikatakan bahwa karakter-karakter agronomis seperti panjang daun, bobot tongkol serta produktivitas dipengaruhi oleh jumlah benih per lubangnya.

Penerimaan dan Keuntungan

Penerimaan adalah produksi sayuran dikalikan dengan harga per kg masing-masing sayur, Mengacu Tabel 7 terlihat rata-rata penerimaan pada ketiga usaha, usaha Evolusi menunjukkan kinerja penerimaan terbesar dibandingkan dengan kedua usaha hidroponik lainnya.

Tabel 7. Penerimaan dari Jenis Sayur ketiga usaha hidroponik

Sayuran	Penerimaan (Rp)		
	Pelangi Hidroponik	Evolusi Hidroponik	Alexa Garden
Kangkung	500.000	300.000	450.000
Kailan	875.000	1.500.000	1.050.000
Selada	1.000.000	8.000.000	1.200.000
Pakcoy	875.000	5.550.000	750.000
Penerimaan	3.250.000	15.350.000	3.450.000
Rata-rata	812.500	3.837.500	862.500
Simpangan Baku	216.506	3.570.101	332.603

Rata-rata penerimaan dari keempat jenis sayuran pada ketiga usaha terlihat bahwa rata-rata penerimaan tertinggi di Usaha Evolusi Hidroponik. Akan tetapi jika diamati besaran simpangan baku, penerimaan dari Pelangi hidroponik dan Alexa cenderung lebih stabil dibandingkan dengan rata-rata penerimaan dari Evolusi Hdroponik. Kestabilan penerimaan ini penting untuk merencanakan produksi selanjutnya dan keuntungan yang diperoleh.

Keuntungan diperoleh dari selisih antara penerimaan dan biaya produksi.

Keuntungan ketiga usaha hidroponik disajikan pada Tabel 8. Keuntungan tertinggi per musim tanam dari semua jenis sayuran diperoleh Evolusi Hidroponik dan terendah dari Alexa Hidroponik. Jika diamati dari besarnya simpangan baku, kestabilan keuntungan lebih baik pada Alexa Hidroponik yang ditandai dari lebih kecilnya simpangan baku keuntungan yang dibandingkan kedua usaha lainnya.

Tabel 8. Keuntungan Usaha Sayuran di ketiga Pengusa Hidroponik per Musim Tanam

Sayuran	Keuntungan (Rp)		
	Pelangi Hidroponik	Evolusi Hidroponik	Alexa Garden
Kangkung	239.213	101.173	121.427
Kailan	496.827	546.288	461.321
Selada	711.147	5.872.328	193.571
Pakcoy	537.777	4.281.336	196.421
Total Keuntungan	1.984.964	10.801.125	972.740
Rata-rata	496.241	2.700.281	243.185
Simpangan Baku	194.913	2.825.872	149.506

Mengacu pada Tabel 8, jika diamati keuntungan per jenis sayuran, terlihat bahwa sayur Selada memberikan keuntungan tertinggi di Pelangi dan Evolusi Hidroponik. Sementara sayur Kailan memberikan kontribusi keuntungan tertinggi di Alexa Hidroponik. Keuntungan dari ketiga usaha hidroponik diduga dipengaruhi oleh jumlah produksi, harga dan biaya. Kajian dari Ekaria (2019) menunjukkan temuan yang sama yakni usaha hidroponik memberikan keuntungan dan efisiensi terbesar dibandingkan metoda penanaman lain.

Optimasi Produksi

Analisis optimasi produksi menggunakan *Linear Programming*, dengan variabel keputusan, fungsi tujuan dan kendala sebagai berikut:

Variabel – Variabel Keputusan

- X₁: Sayur Kangkung
- X₂: Sayur Kailan
- X₃: Sayur Selada
- X₄: Sayur Pakcoy

Fungsi Tujuan

Pelangi Hidroponik

$$239.213X_1 + 496.827X_2 + 711.147X_3 + 537.777X_4$$

Evolusi Hidroponik

$$101.173X_1 + 546.288X_2 + 5.872.328X_3 + 4.281.336X_4$$

Alexa Hidroponik

$$121.427X_1 + 461.321X_2 + 193.571X_3 + 196.421X_4$$

Kendala

1. Lahan

Pelangi Hidroponik

$$40X_1 + 10X_2 + 5X_3 + 4X_4 \leq 64$$

Evolusi Hidroponik

$$32X_1 + 14X_2 + 40X_3 + 20,8X_4 \leq 124$$

Alexa Hidroponik

$$40X_1 + 8X_2 + 6X_3 + 3,2X_4 \leq 80$$

2. Biaya Produksi

Pelangi Hidroponik

$$260.787X_1 + 378.173X_2 + 288.853X_3 + 337.223X_4 \leq 1.916.500$$

Evolusi Hidroponik

$$198.827X_1 + 953.712X_2 + 2.127.672X_3 + 1.268.664X_4 \leq 4.688.000$$

Alexa Hidroponik

$$328.573X_1 + 588.679X_2 + 1.006.429X_3 + 553.579X_4 \leq 2.715.750$$

3. Tenaga Kerja

Pelangi Hidroponik

$$4.375X_1 + 4X_2 + 4.25X_3 + 4X_4 \leq 40$$

Evolusi Hidroponik

$$8,125X_1 + 8,875X_2 + 10,625X_3 + 10,375X_4 \leq 112$$

Alexa Hidroponik

$$4,5X_1 + 4,5X_2 + 4,875X_3 + 4,875X_4 \leq 56$$

4. Benih

Usaha	X_1	X_2	X_3	X_4
Pelangi	$26,6X_1 \leq 1.000$	$8,75X_2 \leq 10$	$2,5X_3 \leq 10$	$0,7X_4 \leq 10$
Evolusi	$16X_1 \leq 1.000$	$11X_2 \leq 15$	$10X_3 \leq 10$	$3,7X_4 \leq 10$
Alexa	$104X_1 \leq 1.000$	$7,5X_2 \leq 10$	$1,5X_3 \leq 10$	$0,6X_4 \leq 10$

Hasil iterasi pertama mengacu hipotesa yang mengatakan bahwa setidaknya ada satu kombinasi produk yang mengoptimalkan keuntungan. Usaha Pelangi dan Evolusi Hidroponik mengoptimalkan keuntungan dengan memproduksi dua kombinasi sayur yaitu selada (X_3) dan pakcoy (X_4). dari kombinasi tersebut, usaha Pelangi dan Evolusi masing-masing memperoleh keuntungan yang tergambar dari fungsi tujuan yakni sebesar Rp.4.058.312 dan Rp. 15.046.480. Sementara Usaha Alexa mencapai keuntungan optimal dengan memilih atau mengkombinasi sayur kangkung (X_1), kailan (X_2), dan pakcoy (X_4). Keuntungan optimal yang diperoleh sebesar Rp. 1.307.591.

Kolom *Value*, pada usaha Pelangi memperlihatkan bahwa produksi sayur selada (X_3) bernilai (*Value*) 4.000000 artinya keuntungan optimal dari produksi sayur selada memberikan keuntungan mencapai Rp.4.000.000 dan produksi sayur pakcoy (X_4) memberikan keuntungan optimal sebesar Rp.2.256.928.

Tabel 9. Hasil Iterasi Pertama.

Variabel Produksi Jenis Tanaman	Value	Reduced Cost
Pelangi		
Kangkung (X_1)	0.000000	0.176670
Kailan (X_2)	0.000000	0.106254
Selada (X_3)	4.000000	0.000000
Pakcoy (X_4)	2.256928	0.000000
LP Optimum: Nilai Fungsi Tujuan =	4.058312	
Evolusi		

Kangkung (X_1)	0.000000	0.447585
Kailan (X_2)	0.000000	2.085936
Selada (X_3)	0.591810	0.000000
Pakcoy (X_4)	2.702703	0.000000
LP Optimum: Nilai Fungsi Tujuan =	15.046480	

Alexa		
Kangkung (X_1)	1.526796	0.000000
Kailan (X_2)	1.333333	0.000000
Selada (X_3)	0.000000	0.163553
Pakcoy (X_4)	2.581710	0.000000
LP Optimum: Nilai Fungsi Tujuan =	1.307591	

Sementara pada Usaha Evolusi terlihat keuntungan yang diperoleh dari selada sebesar Rp. 591.820 dan pakcoi sebesar Rp.2.702.703. Berbeda dengan kedua usaha tersebut, Alexa Hidroponik mendapat keuntungan dari Kangkung sebesar Rp. 1.526.796, dari kailan senilai Rp.1.333.333 dan keuntungan tertinggi dari pakcoy sebesar Rp.2.581.710. Nilai keuntungan yang diperoleh di ketuha usaha hidroponik di atas sesuai dengan temuan dalam (Demangkay, 2021).

Nilai *Reduced Cost* pada Pelangi Hidroponik diperoleh dari kangkung senilai 0.176670, pada Evolusi didapat dari kailan sebesar 2.085936, dan pada Alexa Hidroponik diperoleh dari kangkung Senilai 0.163553. Nilai-nilai *Reduced Cost* tersebut memberi arti bahwa apabila produksi kangkung di Pelangi dan Alexa Hidroponik, serta produksi kailan di Evolusi Hidroponik dipaksakan masuk dalam perencanaan optimal, maka berpotensi menurunkan keuntungan masing-masing senilai secara berurutan Rp.176.670, Rp.

2.702.703, dan sebesar Rp. 163.553. Penurunan nilai sebesar yang dideskripsikan melalui *Reduced Cost*, relatif sama dengan hasil temuan dalam (Demangkay, 2021).

Optimasi penggunaan sumberdaya mencapai keuntungan optimum dilihat pada iterasi kedua yang dinyatakan dalam nilai *Slack of Surplus* dan *Dual Price* pada iterasi kedua, Tabel 10.

Nilai *Slack of Surplus* pada lahan sebesar 34.97 pada Pelangi hidroponik dan 44.11 pada Evolusi hidroponik mengindikasikan bahwa lahan tersisa dalam proses produksi masing-masing seluas 34,97m² dan seluas 44.11 m². Sedangkan kendala lahan pada usaha Alexa bernilai nol, artinya lahan terpakai habis dalam proses produksi.

Nilai *Slack of Surplus* biaya produksi pada ketiga usaha bernilai nol, hal ini menunjukkan bahwa kendala biaya produksi seluruhnya sudah habis terpakai sehingga tidak ada yang tersisa. Sementara nilai curahan kerja tercatat masing-masing sebesar 13,97; 77,67; dan 30,54 pada usaha Pelangi, Evolusi dan Alexa Hidroponik. Angka itu mengindikasikan bahwa masih terdapat sisa penggunaan curahan kerja sebesar nilai tersebut. Curahan kerja yang tersisa paling banyak di Evolusi Hidroponik dan yang paling sedikit di Pelangi Hidroponik. Kelebihan curahan kerja ini dapat meningkatkan biaya operasional. Oleh karena itu, dengan diketahui curahan kerja berlebihan, maka dapat dikurangi

Penggunaan benih kangkung masih tersisa pada Usaha Pelangi dan Evolusi sebesar 10.000000~10gram (Tabel 10). Angka ini mengimplikasikan sebaiknya kangkung tidak perlu diproduksi di kedua usaha hidroponik tersebut. Sedangkan pada usaha Alexa benih kangkung masih tersisa sebanyak 8,41gram, akan tetapi berdasarkan

tenaga kerjanya agar terjadi penghematan pada rencana proses produksi berikutnya.

Tabel 10. Hasil Iterasi Kedua.

Row (Kendala)	Slack of Surplus	Dual Prices
Pelangi		
Lahan	34.972286	0.000000
Biaya Produksi	0.000000	1.594722
Tenaga Kerja Benih Kangkung	13.972288	0.000000
Benih Kailan	10.000000	0.000000
Benih Selada	0.000000	0.100203
Benih Pakcoy	8.420151	0.000000
Evolusi		
Lahan	44.111362	0.000000
Biaya Produksi	0.000000	2.759978
Tenaga Kerja Benih Kangkung	77.671471	0.000000
Benih Kailan	10.000000	0.000000
Benih Selada	15.000000	0.000000
Benih Pakcoy	4.081895	0.000000
Benih Pakcoy	0.000000	0.210771
Alexa		
Lahan	0.000000	0.000127
Biaya Produksi	0.000000	0.354085
Tenaga Kerja Benih Kangkung	30.543577	0.000000
Benih Kailan	8.412131	0.000000
Benih Selada	0.000000	0.033582
Benih Pakcoy	10.000000	0.000000
Benih Pakcoy	8.450974	0.000000

Tabel 9, pada kolom *value*, kangkung masih dapat memberikan keuntungan sebesar Rp 1.526.797.

Kelebihan benih kailan pada usaha Pelangi sebesar 10.000000 ~ 10 gram, sedangkan di usaha Evolusi sebesar 15.000000 ~ 15gram benih. Dengan demikian kailan sebaiknya tidak diproduksi pada usaha Pelangi dan

Evolusi hidroponik. Sebaliknya pada Alexa Hidroponik, semua benih kailan dimanfaatkan sehingga terjadi efisiensi penggunaan benih kailan. Temuan studi sejalan dengan yang disimpulkan dalam kajian (Lado, 2019). Kelebihan benih selada terjadi pada Usaha Evolusi dan Alexa Hidroponi. Seharusnya kedua usaha tersebut tidak memperbanyak produksi selada. Akan tetapi pada usaha Evolusi, hasil pada Tabel 9, kolom *value*, sayur selada masih memberikan keuntungan senilai Rp. 591.810, sebaliknya pada usaha Alexa tidak bernilai nol. Dengan demikian pada usaha Evolusi, selada tetap diusahakan dengan meningkatkan penggunaan benihnya, sedangkan pada usaha Alexa disarankan untuk tidak memperbanyak usaha selada.

Benih pakcoy tidak termanfaatkan seluruhnya pada usaha Pelangi dan Alexa. Penggunaan benih tersebut masih menyisakan masing-masing sebanyak 8,42 dan 8,45 gram. Nilai ini mengartikan bahwa sebaliknya kedua pengusaha hidroponik tersebut tidak menanam pakcoy, kecuali usaha Evolusi Hidroponik. Akan tetapi berdasarkan Tabel 9, kolom *value* pada usaha Alexa bernilai tinggi, yakni keuntungan yang dapat disumbangkan sayur pakcoy sebesar Rp. 2.581.710. Ini berarti bahwa usaha Alexa memilih apakah tetap memproduksi pakcoy dengan penggunaan benih yang lebih efisien atau tidak menambah produksi pakcoy lagi.

Hasil *Dual Price* bernilai positif mengindikasikan bahwa setiap tambahan satu unit kapasitas kendala sumber daya akan meningkatkan nilai fungsi tujuan sebesar nilai *dual price* tersebut.

Pelangi Hidroponik memiliki nilai *Dual Price* kendala lahan, tenaga kerja,

benih kangkung, kailan, dan benih pakcoy bernilai 0 (nol). Angka non mengindikasikan bahwa jika faktor produksi di atas ditambah satu satuan, tidak dapat menambah lagi nilai pada fungsi tujuan. Sebaliknya benih selada memiliki nilai *Dual Price* 0.100203, artinya jika ditambahkan satu gram benih selada, dapat menambah nilai sebesar Rp.100.203 pada fungsi tujuan. Begitu pula pada kendala biaya produksi dengan nilai *Dual Price* sebesar 1.594722, artinya setiap tambahan biaya produksi Rp.100.000 dapat meningkatkan nilai fungsi tujuan sebesar Rp.1.594.722. Hasil yang diperoleh sesuai dengan kajian dalam (Lado, 2019).

Evolusi Hidroponik memiliki nilai *Dual Price* pada kendala lahan, tenaga kerja, kendala benih kangkung, kailan, benih selada dan benih pakcoy bernilai 0 (nol), artinya penambahan pada faktor produksi tersebut tidak menambah nilai fungsi tujuan. Sebaliknya, benih pakcoy memiliki nilai *Dual Price* 0,201 artinya jika benih pakcoy ditambahkan satu gram akan menambah nilai fungsi tujuan sebesar Rp.2.759.978. Begitu pula kendala biaya produksi memiliki nilai *Dual Price* sebesar 2.759978 artinya setiap penambahan biaya produksi sebesar Rp.100.000 meningkatkan nilai fungsi tujuan sebesar Rp.2.759.978. Temuan studi sesuai dengan yang disimpulkan dalam studi (Lado, 2019).

Alexa Hidroponik memiliki nilai *Dual Price* yang memperlihatkan bahwa kendala tenaga kerja, benih kangkung, selada dan pakcoy bernilai 0 (nol), artinya bila ditambahkan satu HKO curahan kerja, satu gram benih setiap sayur tidak menambah nilai fungsi tujuan. Sebaliknya kendala lahan memiliki nilai *Dual Price* 0.000127, artinya jika luas lahan ditambahkan satu

m² dapat menambah nilai fungsi tujuan sebesar Rp.127. Benih kailan memiliki nilai *Dual Price* 0.033582, artinya jika ditambahkan satu gram benih, akan menambah nilai fungsi tujuannya sebesar Rp.33.582. Begitu pula biaya produksi memiliki nilai *Dual Price* 0.354085 artinya setiap penambahan biaya produksi sebesar Rp.100.000 meningkatkan nilai fungsi tujuan sebesar Rp.354.085. Hasil yang ditemukan dari kajian ini sesuai dengan yang disimpulkan dalam studi (Lado, 2019).

Merujuk pada hasil analisis dan paparan dari hasil tersebut, maka usaha Alexa Hidroponik dapat memperbanyak produksi sayur kangkung, kailan, dan pakcoy. Pentingnya memperbanyak produksi ketiga jenis sayuran tersebut ditandai dari besarnya *value* (Tabel 9) ketiga jenis sayur dapat meningkatkan keuntungan. Selain itu, Alexa Hidroponik dapat menambahkan penggunaan jumlah sumberdaya yang diperlukan agar memperbesar nilai fungsi tujuan. Hasil yang diperoleh sejalan dengan yang ditemukan dalam kajian Lado (2019).

Komparasi Optimasi Ketiga Usaha

Komparasi optimasi ketiga usaha hidroponik memperlihatkan bahwa dari analisa sebelum ada perlakuan optimasi. Terjadi peningkatan cukup signifikan dari keuntungan yang diperoleh sebelum dan setelah perhitungan optimasi melalui metode *Linear Programming*, Tabel 11.

Pada usaha Pelangi, terjadi peningkatan sebesar Rp.2.073.348 atau 104% dari keuntungan sebelum optimasi. Peningkatan ini dicapai dengan memproduksi kombinasi 2 sayuran yaitu, sayur selada (X_3) dan sayur pakcoy (X_4). Pada usaha Evolusi, terjadi peningkatan Rp.4.245.523 atau 39,27% dari keuntungan sebelum optimasi. Peningkatan keuntungan dicapai dengan memproduksi kombinasi sayur selada (X_3) dan pakcoy (X_4). Selanjutnya usaha Alexa Garden mengalami peningkatan keuntungan sebesar Rp.334.851 atau 34.42%. Peningkatan tersebut 3 jenis sayuran yaitu, sayur kangkung (X_1), sayur kailan (X_2), dan pakcoy (X_4).

Tabel 11. Komparasi Optimasi Ketiga Usaha Hidroponik

Hidroponik	Optimasi		Selisih Profit Sebelum. & Setelah.
	Sebelum (Rp)	Setelah (Rp)	
Pelangi	1.984.964	4.058.312	2.073.348
Evolusi	10.801.125	15.046.648	4.245.523
Alexa	972.740	1.307.591	334.851

Dalam pemanfaatan sumberdaya yang dimiliki oleh ketiga usaha hidroponik pada setiap musim tanam, terdapat sumberdaya yang tidak habis digunakan (*Idle Resources*), Tabel 12. Artinya terjadi pemborosan dalam

penggunaan sumberdaya oleh ketiga pengusaha. Pemborosan terjadi karena penguasa tidak efisien dalam pengaturan penggunaan sumberdaya pada proses produksi.

Tabel 12. Pemanfaatan sumberdaya Ketiga Usaha hidroponik

Idle Resources	Pelangi	Evolusi	Alexa
Lahan (m ²)	5,00	17.20	22.80
TK (HKO)	79,38	186.00	93,25
Benih (G)	991,45	994.30	916.40

Keterangan: TK= Curahan/Tenaga Kerja

Berdasarkan tabel di atas, dapat disimpulkan bahwa pada pemanfaatan lahan, kelebihan sumberdaya lahan terbesar pada usaha Alexa hidroponik, dengan lahan yang (idle, atau tidak digunakan secara maksimal atau yang tersisa) sebesar 22,80m² dan terkecil pada usaha Pelangi Hidroponik. Pemborosan lahan diduga adanya lubang tanam dimana tanaman tidak tumbuh secara baik dan dalam perhitungan produksi tidak disertakan. Sehingga terjadi kelebihan lubang tanam yang tidak produktif. Artinya penambahan luas lahan dari yang tersisa untuk usaha tidak dapat menambah keuntungan lagi. Hasil ini sejalan dengan penelitian Talakua (2017) yang mana dikatakan bahwa terdapat kelebihan areal penanaman rumput laut seluas 5.211.397m². Areal tersisa seluas ini tidak dapat dimanfaatkan karena tidak dapat menambah keuntungan lagi. Oleh karena itu, sesuai dengan kajian Djafri *et al* (2016) dikatakan bahwa kelebihan lahan (*idle resources*) yang tidak termanfaatkan dapat bisa disewakan atau dapat digunakan untuk menanam jenis sayuran yang lain.

Idle resources selanjutnya adalah penggunaan tenaga kerja yang diestimasi melalui curahan kerja, Kelebihan curahan kerja tertinggi terjadi di usaha Evolusi Hidroponik, diikuti Alexa hidroponik, dan curahan kerja tersisa paling sedikit pada usaha Pelangi Hidroponik. Kelebihan curahan kerja ini diduga karena terjadi pemborosan tenaga kerja akibat pencatatan jumlah tenaga kerja dan jam kerja masih belum

teratur, sehingga terjadi tumpang tindih dalam pekerjaan. Pengaturan yang belum baik inilah sebagai salah satu sumber pemborosan. Kajian ini berbeda dengan beberapa kajian yang serupa (Talakua. 2017; Djafry *et al*, 2016; Septiadi dan Nursan, 2020), dimana hasil analisis menunjukkan bahwa semua kendala tenaga kerja terpakai habis.

Jumlah benih yang tidak terpakai relatif sama untuk Pelangi dan Evolusi Hidroponik, masing-masing sebesar 991 dan 994 gram, sementara untuk Alexa Hidroponik sebesar 916 gram. Benih yang masuk dalam kategori kendala tidak aktif atau berlebihan. Penambahan atau pengurangan benih sebesar masing-masing di atas tidak dapat menambah keuntungan lagi. Talakua. 2017; Djafry *et al*, 2016; Septiadi dan Nursan, 2020).

KESIMPULAN

Optimasi tertinggi dicapai Usaha Evolusi Hidroponik dengan peningkatan sebesar Rp.4.245.523, melalui produksi kombinasi sayur selada (X_3) dan sayur pakcoy (X_4). Kemudian Usaha Pelangi Hidroponik dengan peningkatan hasil sebesar Rp.2.073.348, melalui produksi kombinasi sayur selada (X_3) dan sayur pakcoy (X_4). Usaha Alexa Garden dengan peningkatan keuntungan terendah yakni sebesar Rp.334.851 melalui produksi kombinasi sayur kangkung (X_1), sayur kailan (X_2), dan sayur pakcoy (X_4). Peningkatan keuntungan masih dapat diperbesar dengan penggunaan sumberdaya yang lebih efisien.

DAFTAR PUSTAKA

- Aminudin. (2005). *Prinsip-Prinsip Riset Operasi* (L. Simarmata, Ed.). Erlangga.
- Arvianti, E. Y., Waluyati, L. R., & Darwanto, D. H. (2020). Behavior factors affecting the performance and interest of young farmer on the horticulture business in Malang, Indonesia. *Ecology, Environment and Conservation*, 26(4), 1531–1539.
<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85106023751&partnerID=40&md5=63660cdab0ec0bfc3146e7fc6e393652>
- Asao, T., Asaduzzaman, M., & Mondal, F. M. (2014). Horticultural research in Japan. Production of vegetables and ornamentals in hydroponics, constraints and control measures. *Advances in Horticultural Science*, 28(4), 167–178.
<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84939790798&partnerID=40&md5=effb862f42136e7de563d8b72950e141>
- Bito, T., Ohishi, N., Hatanaka, Y., Takenaka, S., Nishihara, E., Yabuta, Y., & Watanabe, F. (2013). Production and characterization of cyanocobalamin-enriched lettuce (*Lactuca sativa* L.) Grown Using Hydroponics. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61(16), 3852–3858.
<https://doi.org/10.1021/jf305033s>
- Caron, J., Heinse, R., & Charpentier, S. (2015). Organic materials used in agriculture, horticulture, reconstructed soils, and filtering applications. *Vadose Zone Journal*, 14(6), 1–6.
<https://doi.org/10.2136/vzj2015.04.0057>
- Chen, P., Zhu, G., Kim, H.-J., Brown, P. B., & Huang, J.-Y. (2020). Comparative life cycle assessment of aquaponics and hydroponics in the Midwestern United States. *Journal of Cleaner Production*, 275.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122888>
- Cheng, Y.-T., Tseng, Y.-C., Iwaki, Y., & Huang, M. C. (2021). Sustainable food security in Small Island Developing States (SIDS): A case of Horticulture project in Marshall Islands. *Marine Policy*, 128.
<https://doi.org/10.1016/j.marpol.2020.104378>
- Congreves, K. A. (2022). Urban horticulture for sustainable food systems. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 6.
<https://doi.org/10.3389/fsufs.2022.974146>
- Demangkay, Y. (2021). Model Linear Programming Untuk Menentukan Tingkat Optimalisasi Produk Olahan Kelor (*Moringa Oleifera*) (Studi Kasus Pada CV Timorindo Pratama di Kota Kupang). *Skripsi Fakultas Pertanian Undana*.
- Devi, R. A., & Kumar, A. (2020). Trends and scope of Indian horticulture: An empirical study. *Plant Archives*, 20, 1289–1292.
<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85090453566&partnerID=40&md5=97458d1a3e61d7d68aced16640938d26>
- Dickson, R. W., Fisher, P. R., Argo, W. R., Jacques, D. J., Sartain, J. B., Trenholm, L. E., & Yeager, T. H. (2016). Solution Ammonium: Nitrate ratio and cation/anion uptake affect acidity or basicity with floriculture

- species in hydroponics. *Scientia Horticulturae*, 200, 36–44. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.12.034>
- Dumasari. (2020). *Pembangunan Pertanian Mendahulukan Yang Tertinggal* (Jamhari, Ed.; 1st ed.). Pustaka Pelajar.
- Fadel, M. A., Shehhi, O. A. L., Mussabi, M. A. I., & Ameri, A. A. (2017). Development of ornamental seedlings and cuttings for hydroponics using different substrates. *Agricultural Engineering International: CIGR Journal*, 19(1), 45–49. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85020775704&partnerID=40&md5=a0afcfa03d8506976c3b9ac68a562951>
- Fimbres-Acedo, Y. E., Servín-Villegas, R., Garza-Torres, R., Endo, M., Fitzsimmons, K. M., Emerenciano, M. G. C., Magallón-Servín, P., López-Vela, M., & Magallón-Barajas, F. J. (2020). Hydroponic horticulture using residual waters from *Oreochromis niloticus* aquaculture with biofloc technology in photoautotrophic conditions with *Chlorella* microalgae. *Aquaculture Research*, 51(10), 4340–4360. <https://doi.org/10.1111/are.14779>
- Gilmour, D. N., Bazzani, C., Nayga Jr., R. M., & Snell, H. A. (2019). Do consumers value hydroponics? Implications for organic certification. *Agricultural Economics (United Kingdom)*, 50(6), 707–721. <https://doi.org/10.1111/agec.12519>
- Kementerian Pertanian Republik Indonesia. (2020). *Permintaan Buah Sayur Tinggi, Subsektor Hortikultura Tumbuh Positif 7,85 Persen di Kuartal Ke IV/2020*. Kementerian Pertanian Republik Indonesia.
- Lado, R. P. B. H. (2019). Optimalisasi Keuntungan Agroindustri Rumah Tangga Dengan Menggunakan Linear Programming (Studi Kasus Pada Industri Rumah Tangga Sima Indah di Kota Kupang). *Skripsi Prodi Agribisnis Universitas Nusa Cendana Kupang*.
- Lamm, K., Powell, A., & Lombardini, L. (2021). Identifying critical issues in the horticulture industry: A delphi analysis during the covid-19 pandemic. *Horticulturae*, 7(11). <https://doi.org/10.3390/horticulturae7110416>
- Malik, A. M., Mughal, K. M., & Saboor, A. (2019). Hydroponics Production Function, Returns to Scale and Domestic Resource Cost in Pakistan. *Pakistan Journal of Agricultural Research*, 32(3), 449–455. <https://doi.org/10.17582/journal.pjar/2019/32.3.449.455>
- Migliorini, D., Khdiar, M. Y., Padrón, C. R., Vivas, M., Barber, P. A., Hardy, G. E. S. J., & Burgess, T. I. (2019). Extending the host range of *Phytophthora multivora*, a pathogen of woody plants in horticulture, nurseries, urban environments and natural ecosystems. *Urban Forestry and Urban Greening*, 46. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2019.126460>
- Rajkumar, G., Dipu, M. T., Lalu, K., Shyama, K., & Banakar, P. S. (2018). Evaluation of hydroponics fodder as a partial feed substitute in the ration of crossbred calves. *Indian Journal of Animal Research*, 52(12), 1809–1813. <https://doi.org/10.18805/ijar.B-3421>

- Ruiz, M., & Taleisnik, E. (2013). Field hydroponics assessment of salt tolerance in *Cenchrus ciliaris* (L.): Growth, yield, and maternal effect. *Crop and Pasture Science*, 64(6), 631–639. <https://doi.org/10.1071/CP12329>
- Saadatian, M., Peyvast, Gh., Olfati, J. A., & Ramezani-Kharazi, P. (2014). Different species of basil need different ammonium to nitrate ratio in hydroponics' system. *Acta Agriculturae Slovenica*, 103(2), 223–232. <https://doi.org/10.14720/aas.2014.103.2.7>
- Siddiq, A., Tariq, M. O., Zehra, A., & Malik, S. (2020). Achpa: A sensor based system for automatic environmental control in hydroponics. *Food Science and Technology (Brazil)*, 40(3), 671–680. <https://doi.org/10.1590/fst.13319>
- Simons, D., & Skydmore, D. (2017). Relationship management and lean analysis in maintaining horticulture supply chains with micro-businesses in Wales. *International Journal on Food System Dynamics*, 8(3), 192–207. <https://doi.org/10.18461/ijfsd.v8i3.832>
- Soekartawi. (1995). *Analisis Usahatani*. Gramedia Pustaka Utama.
- Subanar, H. (1994). Manajemen Usaha Kecil. *BPFE Universitas Gajah Mada*.
- Suhl, J., Dannehl, D., Kloas, W., Baganz, D., Jobs, S., Scheibe, G., & Schmidt, U. (2016). Advanced aquaponics: Evaluation of intensive tomato production in aquaponics vs. conventional hydroponics. *Agricultural Water Management*, 178, 335–344. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2016.10.013>
- Windah, G., Mutiara, V. I., & Sari, R. (2020). Optimalisasi Produksi Usahatani Sayuran Hidroponik Di Usaha Hydro Garden Padang. *Jurnal Sosial Ekonomi Pertanian Tropis*, 0953, 186–198. <https://doi.org/10.25077/joseta.v2i2>.
- Yamamoto, A., Seki, M., Koseki, K., Yabuta, Y., Shimizu, K., Arima, J., Watanabe, F., & Bito, T. (2023). Production and characterization of cyanocobalamin-enriched tomato (*Solanum lycopersicum*) fruits grown using hydroponics. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 103(7), 3685–3690. <https://doi.org/10.1002/jsfa.12297>
- Zhang, C., Xiao, H., Du, Q., & Wang, J. (2023). Hydroponics with Split Nutrient Solution Improves Cucumber Growth and Productivity. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 23(1), 446–455. <https://doi.org/10.1007/s42729-022-01056-8>
- Zhang, S., Guo, Y., Li, S., Ke, Z., Zhao, H., Yang, J., Wang, Y., Li, D., Wang, L., Yang, W., & Zhang, Z. (2022). Investigation on environment monitoring system for a combination of hydroponics and aquaculture in greenhouse. *Information Processing in Agriculture*, 9(1), 123–134. <https://doi.org/10.1016/j.inpa.2021.06.006>