

STUDI KASUS PENGGUNAAN TEKNIK HIDROPONIK DALAM BUDIDAYA SAYURAN SELADA DAN PAKCOY

Muhammad Nasyah Arifin¹, Usy Nora Manurung²
arifinnasa220@gmail.com¹, usynoramanurung@yahoo.com²
Universitas Terbuka

ABSTRAK

Meningkatnya kebutuhan sayuran segar di Kalimantan tidak sejalan dengan keterbatasan lahan produktif perkotaan. Hidroponik menawarkan solusi budidaya modern yang efisien. Penelitian ini bertujuan menganalisis penerapan sistem hidroponik pada selada (*Lactuca sativa*) dan pakcoy (*Brassica rapa*) serta mengevaluasi produktivitas dan efisiensi lahan. Metode studi kasus diterapkan pada unit usaha hidroponik komersial di Kalimantan Timur, dengan pengumpulan data melalui observasi partisipatif, wawancara mendalam, dokumentasi, dan pengukuran langsung selama tiga siklus tanam. Hasil menunjukkan tingkat keberhasilan tanaman mencapai 96%, dengan pola panen mingguan kontinu sepanjang tahun. Total produksi tahunan mencapai 3,9 ton dari lahan 80 m², dengan efisiensi lahan 49 kg/m²/tahun. Produktivitas per siklus hidroponik 20–60% lebih tinggi dibanding pertanian konvensional. Kendala utama adalah biaya investasi awal yang tinggi dan kebutuhan pengetahuan teknis. Temuan ini menegaskan bahwa hidroponik merupakan alternatif strategis bagi pertanian perkotaan berkelanjutan di wilayah terbatas lahan seperti Kalimantan.

Kata Kunci: Hidroponik, Selada, Pakcoy, Produktivitas, Efisiensi, Lahan.

ABSTRACT

*The increasing demand for fresh vegetables in Kalimantan is not matched by the limited availability of productive urban land. Hydroponics offers an efficient modern cultivation solution. This study aims to analyze the application of hydroponic systems for lettuce (*Lactuca sativa*) and pak choi (*Brassica rapa*) and to evaluate productivity and land efficiency. A case study method was applied to a commercial hydroponic unit in East Kalimantan, with data collected through participatory observation, in-depth interviews, documentation, and direct measurements over three planting cycles. The results showed a plant success rate of 96%, with a continuous weekly harvest pattern throughout the year. Total annual production reached 3.9 tons from 80 m² of land, with a land efficiency of 49 kg/m²/year. Productivity per hydroponic cycle was 20–60% higher than conventional farming. The main constraints were high initial investment costs and the need for technical knowledge. These findings confirm that hydroponics is a strategic alternative for sustainable urban agriculture in land-limited regions such as Kalimantan.*

Keywords: Hydroponics, Lettuce, Pak Choi, Productivity, Land Efficiency.

PENDAHULUAN

Latar Meningkatnya kesadaran masyarakat perkotaan akan pentingnya konsumsi sayuran segar, ditambah pertumbuhan populasi urban yang pesat di kawasan Kalimantan, telah memicu kenaikan permintaan komoditas hortikultura secara berkelanjutan (Hidayat et al., 2023; Rahman et al., 2021). Di sisi lain, alih fungsi lahan pertanian produktif menjadi area permukiman dan komersial di kota-kota besar seperti Balikpapan, Samarinda, dan Banjarmasin terus meningkat, mengakibatkan luas lahan tanam menyusut secara signifikan (Fathurrahman et al., 2021; Prasetyo & Wijaya, 2023). Selada (*Lactuca sativa*) dan pakcoy (*Brassica rapa*) termasuk sayuran daun dengan permintaan pasar tinggi karena waktu tumbuh pendek dan nilai gizinya, namun budidaya konvensional kedua tanaman ini sangat bergantung pada ketersediaan lahan subur serta suplai air yang memadai (Ardiansyah et al., 2022). Kondisi tersebut menuntut adanya pendekatan teknologi produksi yang efisien lahan sekaligus mampu menghasilkan sayuran segar di lingkungan perkotaan.

Sistem hidroponik menawarkan solusi yang tepat untuk tantangan tersebut dengan meniadakan penggunaan tanah, menyalurkan hara esensial secara langsung ke akar melalui larutan nutrisi, dan memungkinkan kontrol presisi terhadap faktor tumbuh tanaman (Resh, 2016; Yulianti et al., 2022). Teknologi ini telah terbukti menghasilkan pertumbuhan tanaman yang lebih cepat, keseragaman panen yang lebih tinggi, serta menghemat konsumsi air hingga 90% jika dibandingkan dengan pertanian berbasis tanah (Putri & Hermawan, 2023; Wibowo & Santoso, 2021). Selain itu, praktik hidroponik dapat dilakukan di ruang terbatas secara vertikal maupun horizontal, sehingga sangat sesuai diterapkan di kawasan perkotaan dengan keterbatasan lahan (Kusumawardhani & Wijaya, 2020; Sharma et al., 2021).

Sejumlah penelitian sebelumnya telah mengkaji aspek teknis hidroponik pada selada dan pakcoy, misalnya pengaruh formulasi nutrisi, jenis media tanam, dan spektrum cahaya buatan (Hartono & Lestari, 2022; Pratiwi et al., 2021). Namun, sebagian besar studi tersebut dilaksanakan pada skala laboratorium, rumah kaca penelitian, atau demonstrasi plot berskala kecil, sehingga belum sepenuhnya menggambarkan realitas pengelolaan di tingkat unit usaha komersial. Beberapa studi di Kalimantan mulai mengarah pada evaluasi kinerja hidroponik di skala usaha, tetapi masih berfokus pada satu aspek saja, seperti analisis kelayakan finansial (Sari & Gunawan, 2021), atau deskripsi teknis budidaya tanpa mengukur efisiensi sumber daya secara kuantitatif (Fathurrahman et al., 2021).

Kesenjangan tersebut menunjukkan bahwa kajian yang secara simultan mengevaluasi produktivitas dan efisiensi lahan hidroponik selada dan pakcoy di tingkat komersial di Kalimantan masih sangat terbatas. Belum banyak studi yang mengintegrasikan ketiga parameter tersebut sekaligus mengidentifikasi hambatan nyata yang dihadapi pelaku usaha dalam mengadopsi dan menjalankan teknologi hidroponik. Padahal, pemahaman holistik semacam ini sangat diperlukan untuk merumuskan strategi pengembangan pertanian perkotaan yang berkelanjutan di wilayah dengan karakteristik ekologis dan sosial-ekonomi seperti Kalimantan.

Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penerapan sistem hidroponik pada budidaya selada dan pakcoy pada sebuah unit usaha komersial di Kalimantan, serta mengevaluasi produktivitas dan efisiensi lahan secara terpadu. Penelitian ini juga mengidentifikasi kendala utama yang memengaruhi kelancaran operasional dan adopsi sistem hidroponik di tingkat pelaku usaha. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan kontribusi empiris sebagai dasar perencanaan pertanian perkotaan yang adaptif terhadap keterbatasan lahan serupa, serta menjadi acuan bagi pemangku kepentingan dalam menyusun kebijakan pengembangan teknologi hidroponik di kawasan urban.

METODE PENELITIAN

Metode Penelitian ini menggunakan pendekatan studi kasus dengan metode campuran (mixed methods) yang menggabungkan analisis kuantitatif dan kualitatif secara terpadu (Creswell, 2018). Desain studi kasus dipilih karena memungkinkan eksplorasi mendalam terhadap fenomena penerapan sistem hidroponik pada unit usaha komersial dalam konteks nyata, sekaligus memfasilitasi pengukuran kinerja teknis secara objektif (Yin, 2018). Pendekatan kuantitatif digunakan untuk mengevaluasi produktivitas tanaman dan efisiensi lahan, sedangkan pendekatan kualitatif diarahkan untuk menggali kendala operasional dan manajerial yang dihadapi pelaku usaha. Penelitian dilaksanakan pada sebuah unit usaha hidroponik komersial di Kalimantan Timur yang telah beroperasi lebih dari dua tahun dan secara rutin membudidayakan selada (*Lactuca sativa*) dan pakcoy (*Brassica rapa*). Pemilihan lokasi dilakukan secara purposif dengan pertimbangan bahwa unit usaha tersebut mewakili skala komersial menengah, menerapkan sistem NFT dan DFT, serta memiliki

rekam data operasional yang memadai.

Pengumpulan data berlangsung selama 3 siklus tanam penuh, yaitu dari Februari hingga Mei 2026, guna memperoleh data pertumbuhan dan panen yang konsisten.

Subjek penelitian adalah pemilik sekaligus pengelola utama unit usaha hidroponik, sementara objek penelitian meliputi sistem hidroponik, proses budidaya, serta performa tanaman selada dan pakcoy. Teknik pengumpulan data ditempuh melalui observasi partisipatif, wawancara mendalam, dokumentasi, dan pengukuran langsung di lapangan (Sugiyono, 2022). Observasi partisipatif dilakukan dengan cara peneliti terlibat langsung dalam kegiatan budidaya untuk mengamati tahapan produksi, mulai dari persemaian, pemindahan bibit, pemeliharaan, hingga panen. Wawancara mendalam menggunakan pedoman semi-terstruktur yang mencakup topik seperti sejarah usaha, manajemen nutrisi, kendala teknis dan finansial, serta strategi pemasaran. Dokumentasi mencakup pengumpulan data sekunder berupa catatan produksi dan penggunaan input selama periode penelitian. Pengukuran kuantitatif meliputi: bobot segar tanaman saat panen (kg) per satuan luas tanam (m^2), serta luas lahan efektif yang digunakan untuk instalasi hidroponik (m^2).

Peralatan utama yang digunakan dalam budidaya hidroponik meliputi instalasi sistem NFT (Nutrient Film Technique) dan DFT (Deep Flow Technique), net pot, rockwool, alat ukur EC dan pH meter, timbangan digital, serta wadah pencampur nutrisi. Adapun bahan yang dipakai mencakup air bersih dan larutan nutrisi yang diformulasikan dari pupuk majemuk dan tunggal. Unit usaha ini menggunakan pupuk yang terdiri atas:

1. MerokeMAG-S (12% N, 6% P_2O_5) – Sumber Magnesium dan Sulfur.
2. MerokeXP (12% N, 6% P_2O_5) – Pupuk Makro Majemuk.
3. MerokeKALINITRA (13% N, 46% K_2O) – Sumber Kalium Nitrat.
4. MerokeCALNIT (15,5% N, 26% CaO) – Sumber Kalsium Nitrat.

Selain itu, formulasi larutan nutrisi mengacu pada tabel komposisi stok A dan stok B (Gambar 4) untuk volume 5 liter. Stok A terdiri atas Calnit (1.000 g), KALINITRA (560 g), dan Mikro Fe 13% (10 g). Stok B terdiri atas FLEX G (200 g), MAG S (650 g), MAP (150 g), MKP (50 g), SOP (50 g), dan VITAFLEX (40 g). Campuran kedua stok dilarutkan dalam air hingga volume akhir 5 liter, kemudian diencerkan sesuai kebutuhan tanaman selada dan pakcoy. Pengukuran bobot segar tanaman saat panen (kg) dan luas lahan efektif (m^2) dilakukan menggunakan timbangan digital serta meteran.

Gambar 1. Pupuk yang Digunakan Untuk Budidaya Selada & Pakcoy



Gambar 2. Tabel Harga dan Komposisi Penggunaan Magnesium & Sulfur

BAHAN	BERAT PEKATAN UTK 5 Ltr (gr)	BIAYA PER SET (5 Ltr)
STOK A (5 Liter)		
Calnit	1.000,000	11.140
KALINITRA	560,000	19.432
MIKRO Fe 13%	10,000	1.370
Jumlah A	1.570,000	31.942
STOK B (5 Liter)		
FLEX G	200,000	-
MAG S	650,000	5.936
MAP	150,000	4.235
KALINITRA	-	-
MKP	50,000	2.013
SOP	50,000	888
VITAFLEX	40,000	8.600
Jumlah B	1.140,000	21.872
TOTAL	2.710,000	53.814
0.24 - 0.26	0.32 - 0.48	
0.24 - 0.26	0.32 - 0.48	
0.24 - 0.26	0.32 - 0.48	
0.25 - 0.32	0.35 - 0.52	

Gambar 3. Alat Operasional Budidaya Selada & Pakcoy

NO	Uraian	Jumlah	Unit	Harga
1	Pipa PVC 2,5 in	20	buah	1.700.000
2	Lembar Plavon PVC	20	lembar	1.100.000
3	Batang Baja Ringan Profil C	10	batang	800.000
4	Batang Baja Ringan	12	buah	500.000
5	Bungkus Baut Kanal	8	buah	25.000
	Jumlah			11.290.000

Peralatan konstruksi untuk membangun instalasi hidroponik terdiri dari 20 buah pipa berdiameter 2,5 inci yang berfungsi sebagai saluran aliran nutrisi, 20 lembar plavon PVC untuk menutup saluran agar terhindar dari cahaya dan pertumbuhan alga, 10 batang baja ringan profil C sebagai rangka utama penyangga, 12 buah reng baja ringan sebagai penguat melintang, serta 8 bungkus baut kanal untuk menyambung seluruh rangka baja ringan. Seluruh material ini dirakit menjadi meja hidroponik dengan sistem NFT dan DFT.

Data kuantitatif dianalisis menggunakan perhitungan produktivitas tanaman ($\text{kg/m}^2/\text{siklus}$) dan efisiensi lahan yang dinyatakan sebagai hasil panen per meter persegi per tahun dengan mempertimbangkan jumlah siklus tanam per tahun. Perbandingan terhadap data budidaya konvensional dilakukan dengan merujuk pada literatur terbaru sebagai tolok ukur. Data kualitatif dari wawancara dan observasi dianalisis menggunakan model interaktif Miles, Huberman, dan Saldaña (2014) melalui tahapan kondensasi data, penyajian data, serta penarikan dan verifikasi kesimpulan. Validitas dan keabsahan data dijamin melalui triangulasi sumber, yaitu membandingkan informasi dari wawancara dengan data dokumentasi dan hasil observasi langsung, serta triangulasi metode antara pendekatan kuantitatif dan kualitatif. Seluruh proses analisis dibantu dengan perangkat lunak spreadsheet untuk data kuantitatif dan pengodean manual untuk data kualitatif. Dengan kerangka metodologis ini, diharapkan diperoleh gambaran yang komprehensif tentang performa teknis dan tantangan nyata penerapan hidroponik pada skala usaha di Kalimantan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran Umum Unit Usaha Hidroponik

Unit usaha hidroponik yang dikaji berlokasi di Kalimantan Timur dan telah beroperasi secara komersial selama lebih dari dua tahun. Usaha ini dirancang dengan memadukan dua sistem hidroponik yang saling melengkapi, yaitu Nutrient Film Technique (NFT) dan Deep Flow Technique (DFT). Pemilihan kedua sistem tersebut didasarkan pada karakteristik pertumbuhan tanaman yang berbeda. Sistem NFT, dengan aliran larutan hara dangkal setebal 2–3 mm, sangat cocok untuk tanaman berakar serabut pendek seperti selada, karena akar dapat menyerap hara dan oksigen secara optimal tanpa risiko kekurangan udara (Resh, 2016). Sementara itu, DFT diterapkan pada pakcoy yang memiliki biomassa lebih besar dan membutuhkan volume larutan yang lebih stabil untuk menyangga kebutuhan air serta unsur hara sepanjang siklus hidupnya (Susila & Koerniawati, 2017).

Luas lahan produksi efektif yang digunakan mencapai 80 m^2 . Lahan ini terbagi menjadi dua bagian utama: 48 m^2 untuk pakcoy (masing-masing 24 m^2 untuk tahap peremajaan dan pendewasaan) dan 32 m^2 untuk selada (16 m^2 per tahap). Pembagian ini memungkinkan penerapan sistem rotasi tanaman secara kontinu. Setiap minggu, sebanyak 300 lubang tanam bibit pakcoy dan 200 lubang bibit selada disemai, lalu dipindahkan ke instalasi peremajaan, dan selanjutnya ke instalasi pendewasaan hingga siap panen. Rumah lindung (screen house) sederhana digunakan untuk mengurangi intensitas cahaya matahari

langsung, menahan serangga vektor penyakit, serta menjaga kelembapan udara di sekitar kanopi tanaman. Di dalam rumah lindung, suhu rata-rata harian berkisar 27–32 °C dengan kelembapan relatif 70–85%, masih dalam batas toleransi kedua komoditas (Raviv et al., 2019). Namun, pada siang hari suhu larutan nutrisi dapat meningkat hingga 30 °C, sehingga diperlukan strategi pendinginan pasif melalui sirkulasi udara dan penambahan air segar secara periodik.

Sumber air utama berasal dari sumur bor dengan kualitas pH netral (6,8–7,2) dan kandungan zat besi yang telah diendapkan terlebih dahulu. Nutrisi yang digunakan adalah larutan AB Mix komersial dengan konsentrasi dipertahankan pada kepekatan 800–1.200 $\mu\text{S}/\text{cm}$ untuk selada dan 1.200–1.600 $\mu\text{S}/\text{cm}$ untuk pakcoy, sesuai fase pertumbuhan. Pengecekan pH dan konduktivitas listrik (EC) dilakukan setiap dua hari sekali menggunakan alat digital, dan penyesuaian pH dilakukan dengan penambahan asam nitrat atau kalium hidroksida agar tetap pada kisaran 5,8–6,2. Praktik pemeliharaan seperti pembersihan talang, penggantian larutan secara berkala, serta pemangkasan daun tua turut menunjang performa tanaman.

Tingkat Keberhasilan Dan Kematian Tanaman

Salah satu indikator utama keberhasilan budidaya hidroponik adalah rendahnya angka kematian tanaman sejak fase persemaian hingga panen. Berdasarkan pencatatan selama tiga siklus tanam penuh (Februari–Mei 2026), tingkat keberhasilan tanaman mencapai 96%. Artinya, dari seluruh bibit yang

disemai dan dipindahkan ke instalasi, hanya 4% yang mengalami kematian atau pertumbuhan abnormal sehingga tidak dapat dipanen.

Persentase kematian sebesar 4% ini tergolong sangat rendah jika dibandingkan dengan budidaya konvensional yang seringkali kehilangan tanaman lebih dari 10% akibat serangan hama tanah, penyakit layu, dan persaingan gulma (Nugroho et al., 2022). Pada sistem hidroponik, media tanam steril seperti rockwool menghilangkan sumber inokulum patogen tular tanah. Selain itu, nutrisi yang selalu tersedia dalam bentuk ion terlarut memungkinkan bibit melewati masa transisi dengan stres minimal, berbeda dengan tanah yang sering mengalami fluktuasi kelembapan dan ketersediaan hara (Resh, 2016).

Dari pengamatan di lapangan, kematian tanaman yang terjadi sebagian besar terkonsentrasi pada fase awal pemindahan bibit ke modul peremajaan. Gejala yang muncul meliputi layu fisiologis karena akar belum beradaptasi dengan aliran larutan, serta klorosis pada daun pertama akibat cekaman cahaya. Namun, jumlahnya sangat kecil dan dapat ditekan dengan memperhatikan umur bibit saat pindah tanam (12–14 hari setelah semai) serta menjaga ketinggian larutan di talang DFT agar tetap menyentuh ujung akar. Beberapa kasus lain disebabkan oleh sumbatan pada saluran irigasi tetes mini di sistem NFT, yang segera terdeteksi melalui pengecekan harian dan segera diperbaiki. Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian Hartono dan Lestari (2022) yang menunjukkan bahwa dengan manajemen nutrisi yang tepat, selada hidroponik mampu mencapai keberhasilan hidup di atas 92%, bahkan mendekati 100% jika pengelolaan harian berjalan optimal.

Rendahnya angka kematian juga berdampak pada efisiensi penggunaan benih dan ruang tanam. Petani tidak perlu melakukan penyulaman secara intensif, sehingga tenaga kerja dapat dialokasikan untuk kegiatan pemeliharaan lain seperti pemantauan hama dan panen. Dengan demikian, tingkat keberhasilan 96% tidak hanya mencerminkan kesehatan tanaman, tetapi juga mencerminkan tingkat manajemen yang baik pada unit usaha ini.

Jumlah Siklus Tanam Per Tahun

Keunggulan lain dari sistem hidroponik adalah kemampuan untuk memanen sepanjang tahun tanpa terpengaruh oleh musim tanam. Umur panen pakcoy di unit ini berkisar antara 40 hingga 45 hari setelah semai, sedangkan selada berkisar antara 50 hingga

55 hari. Secara matematis, potensi siklus tanam dalam satu tahun adalah:

1. Pakcoy: $365 \div 42 \approx 8,6$ siklus $\approx 8-9$ siklus/tahun
2. Selada: $365 \div 52 \approx 7,0$ siklus $\approx 6-7$ siklus/tahun

Namun, perhitungan tersebut hanya memperlihatkan siklus penuh per individu tanaman. Praktik di lapangan menunjukkan bahwa unit usaha ini mengadopsi pola tanam dan panen mingguan (weekly staggered planting). Setiap minggu, sejumlah bibit baru disemai, sementara tanaman yang telah mencapai umur panen di modul pendewasaan dipanen. Akibatnya, dalam satu tahun terdapat 52 kali panen, meskipun volume setiap panen relatif kecil, tetapi terjadi secara kontinu.

Pola panen mingguan ini memberikan beberapa keuntungan strategis. Pertama, kontinuitas pasokan ke pasar dapat dijaga, sehingga pelanggan (restoran, supermarket, atau konsumen langsung) tidak mengalami kekosongan stok. Kedua, aliran pendapatan lebih stabil karena tidak ada masa jeda tanpa hasil. Ketiga, risiko harga jual rendah saat panen raya dapat dihindari karena panen tidak menumpuk dalam satu waktu (Wahyuni & Putra, 2020). Kondisi ini sangat berbeda dengan petani sayuran konvensional yang seringkali panen bersamaan pada musim tertentu, menyebabkan harga anjlok akibat kelebihan pasokan. Tabel 1 menyajikan perbandingan antara jumlah siklus teoretis dan aktual sistem tanam mingguan.

Tabel 1. Perbandingan Siklus Tanam Teoretis dan Pola Panen Mingguan

Komoditas	Siklus Teoretis per Tahun	Frekuensi Panen Aktual	Rata-rata Panen per Minggu (kg)
Pakcoy	8-9	52 kali	41,8
Selada	6-7	52 kali	33,6

Dengan memanfaatkan lahan sempit, teknik ini mampu melipatgandakan jumlah panen per tahun dan menjadikan hidroponik sebagai model produksi yang andal untuk pertanian perkotaan (Kusumawardhani & Wijaya, 2020). Meskipun demikian, pola ini menuntut perencanaan jadwal tanam yang ketat dan ketersediaan bibit siap pindah yang cukup setiap minggu. Kegagalan dalam menjaga ritme semai akan langsung berdampak pada kekosongan produksi di minggu-minggu berikutnya.

Produksi Mingguan Dan Produktivitas Tahunan

Kombinasi antara jumlah tanaman yang berhasil dipanen dan bobot segar rata-rata per tanaman menentukan total produksi. Setelah melalui proses penimbangan pada tiap kali panen, diperoleh data sebagai berikut.

Untuk pakcoy, dari 300 lubang semai per minggu dan tingkat keberhasilan 96%, jumlah tanaman yang dapat dipanen adalah: $300 \times 96\% = 288$ tanaman. Bobot segar pakcoy sangat bervariasi antar individu, berkisar antara 120 gram hingga 170 gram per tanaman. Variasi ini dipengaruhi oleh posisi tanaman di talang (tanaman di ujung talang seringkali mendapat aliran nutrisi lebih stabil), serta oleh perbedaan genetik antar benih meskipun varietasnya seragam. Bobot rata-rata diperoleh: $(120 + 170) \div 2 = 145$ gram. Maka produksi mingguan pakcoy adalah: $288 \times 145 \text{ g} = 41.760 \text{ g} \approx 41,8 \text{ kg}$

Untuk selada, perhitungan serupa dilakukan. Dari 200 semai dengan tingkat keberhasilan 96%, tanaman panen berjumlah: $200 \times 96\% = 192$ tanaman. Bobot selada rata-rata 175 gram, dengan kisaran 150-200 gram per tanaman. Produksi mingguan selada: $192 \times 175 \text{ g} = 33.600 \text{ g} \approx 33,6 \text{ kg}$

Bila diakumulasikan selama satu tahun (52 minggu), total produksi mencapai:

1. Pakcoy: $41,8 \text{ kg} \times 52 \approx 2.173,6 \text{ kg}$ atau 2,17 ton
2. Selada: $33,6 \text{ kg} \times 52 \approx 1.747,2 \text{ kg}$ atau 1,75 ton

Total produksi tahunan kedua komoditas adalah 3.920,8 kg $\approx 3,9$ ton.

Angka ini membuktikan bahwa lahan seluas 80 m² mampu menghasilkan hampir 4 ton sayuran segar per tahun. Sebagai gambaran, untuk menghasilkan jumlah yang sama dengan metode konvensional, petani memerlukan lahan setidaknya dua hingga tiga kali lebih luas karena produktivitas per meter persegi yang lebih rendah dan adanya jeda musim tanam (Hamdani & Yulianto, 2018). Keberhasilan ini juga berkat penanganan pascapanen yang minim susut; sayuran hidroponik dijual berikut akarnya atau setidaknya dalam kondisi media tanam yang bersih, sehingga kesegaran lebih lama dan tidak banyak bagian yang terbuang (Pratiwi et al., 2021).

Selain volume, kualitas visual juga menjadi keunggulan. Daun pakcoy hidroponik cenderung lebih lebar, renyah, dan berwarna hijau cerah karena asupan nitrogen dan unsur mikro terpenuhi sepanjang waktu. Selada pun tumbuh dengan bentuk krop yang kompak dan daun bebas dari lubang bekas gigitan serangga karena proteksi rumah lindung. Dari wawancara dengan pengelola, sekitar 80% hasil panen memenuhi standar kualitas premium (grade A) yang dapat dijual dengan harga lebih tinggi.

Tabel 2. Produksi Mingguan dan Tahunan Hidroponik

Komoditas	Semai/Minggu	Tanaman Panen	Bobot Rata-rata (g)	Produksi Mingguan (kg)	Produksi Tahunan (ton)
Pakcoy	300	288	145	41,8	2,17
Selada	200	192	175	33,6	1,75
TOTAL				75,4	3,9

Efisiensi Lahan Dan Perbandingan Dengan Sistem Konvensional

Efisiensi lahan diukur dengan menghitung bobot hasil panen per satuan luas per tahun. Pengukuran ini penting karena lahan merupakan sumber daya paling terbatas di perkotaan. Dengan data produksi tahunan dan luas masing-masing komoditas, diperoleh angka sebagai berikut:

1. Pakcoy: $2.173,6 \text{ kg} \div 48 \text{ m}^2 \approx 45,3 \text{ kg/m}^2/\text{tahun}$
2. Selada: $1.747,2 \text{ kg} \div 32 \text{ m}^2 \approx 54,6 \text{ kg/m}^2/\text{tahun}$

Rata-rata tertimbang efisiensi lahan total sistem: $3.920,8 \text{ kg} \div 80 \text{ m}^2 \approx 49,0 \text{ kg/m}^2/\text{tahun}$. Nilai 49 kg/m²/tahun ini dapat dikatakan sangat baik untuk kategori hidroponik skala kecil-menengah. Menurut Kusumawardhani dan Wijaya (2020), sistem hidroponik vertikal di lahan sempit perkotaan umumnya menghasilkan 30–60 kg/m²/tahun, bergantung pada jenis tanaman dan teknik budidaya. Capaian unit usaha ini berada pada kisaran atas, menandakan optimalisasi ruang tanam dan siklus tanam yang efisien.

Untuk memahami signifikansi angka tersebut, perlu dibandingkan dengan produktivitas budidaya konvensional di lahan terbuka. Berdasarkan studi Rahayu dan Santoso (2021) serta Nugroho et al. (2022), produktivitas pakcoy dan selada di lahan tanah pada kondisi Kalimantan berkisar seperti pada Tabel 3.

Tabel 3. Perbandingan Produktivitas per Siklus antara Hidroponik dan Konvensional

Komoditas	Konvensional (kg/m ² /siklus)	Hidroponik (kg/m ² /siklus)	Peningkatan (%)
Pakcoy	2,0 – 3,0	3,0 – 4,5	30 – 60
Selada	2,5 – 4,0	3,5 – 5,0	20 – 40

(Kisaran hidroponik dihitung dari produksi per siklus berdasarkan total produksi tahunan dibagi jumlah siklus efektif dan luas lahan)

Peningkatan produktivitas sebesar 30–60% pada pakcoy dan 20–40% pada selada merupakan hasil dari beberapa faktor teknis dan manajerial. Pertama, kepadatan tanaman yang lebih tinggi. Pada sistem hidroponik, jarak tanam dapat diatur serapat mungkin selama tajuk tidak saling menaungi. Di unit ini, jarak antar lubang tanam pada talang hanya 15–20 cm, dibandingkan dengan jarak tanam di tanah yang biasanya 25–30 cm agar akar memiliki

ruang cukup. Kedua, suplai hara kontinu tanpa fluktuasi. Larutan nutrisi yang dialirkan terus-menerus membuat tanaman tidak pernah mengalami cekaman kekurangan hara, yang pada budidaya tanah sering terjadi akibat pencucian hujan atau fiksasi fosfat di tanah masam Kalimantan (Raviv et al., 2019). Ketiga, siklus panen lebih pendek karena pertumbuhan vegetatif lebih cepat. Hal ini memungkinkan lebih banyak siklus dalam setahun, sehingga total panen tahunan melonjak.

Faktor lain yang tidak kalah penting adalah penghematan air. Meskipun data kuantitatif konsumsi air tidak disajikan dalam studi ini, literatur menunjukkan bahwa sistem hidroponik resirkulasi hanya menggunakan 5–20% dari total air yang diperlukan pertanian konvensional untuk menghasilkan bobot

panen yang sama (Resh, 2016; Sharma et al., 2021). Pada unit ini, larutan nutrisi didaur ulang; air hanya ditambahkan untuk mengganti kehilangan akibat evapotranspirasi dan sedikit yang terbuang saat pembersihan talang. Praktik ini menjadikan hidroponik sangat sesuai untuk daerah dengan pasokan air terbatas atau biaya air yang mahal.

Meskipun demikian, keunggulan produktivitas dan efisiensi lahan harus dibaca dalam konteks biaya investasi awal yang tinggi. Pembangunan instalasi NFT dan DFT lengkap dengan pompa, talang, bak nutrisi, dan rumah lindung memerlukan modal yang tidak sedikit. Studi Sari dan Gunawan (2021) menunjukkan bahwa titik impas (break even point) usaha hidroponik skala kecil di perkotaan baru tercapai setelah 2–3 tahun operasi, bergantung pada harga jual dan volume produksi. Untungnya, harga sayuran hidroponik di pasaran umumnya lebih tinggi dibanding sayuran konvensional, sehingga margin keuntungan per kilogram cukup besar. Dengan produksi kontinu 3,9 ton per tahun, prospek kelayakan finansial unit usaha ini cukup cerah, asalkan pengelolaan pascapanen dan pemasaran dijaga dengan baik.

Ringkasan Temuan Dan Implikasi

Hasil penelitian ini menegaskan bahwa penerapan sistem hidroponik NFT dan DFT pada skala komersial menengah di Kalimantan Timur memberikan kinerja teknis yang sangat memadai. Secara ringkas, temuan utama disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Ringkasam Kinerja Hidroponik Selada Dan Pakcoy

Parameter	Nilai
Tingkat keberhasilan tanaman	96%
Tingkat kematian	4%
Siklus pakcoy/tahun	8–9 (panen mingguan 52×)
Siklus selada/tahun	6–7 (panen mingguan 52×)
Produksi tahunan pakcoy	±2,17 ton
Produksi tahunan selada	±1,75 ton
Total produksi tahunan	±3,9 ton
Total luas lahan	80 m ²
Efisiensi lahan	±49 kg/m ² /tahun

Dari tabel tersebut, terlihat bahwa tingkat kematian yang rendah, pola tanam mingguan, dan produktivitas tinggi per satuan luas merupakan kombinasi kunci yang menjadikan hidroponik unggul dibanding pertanian tanah. Tanaman tumbuh dalam kondisi lingkungan yang terkendali, mendapatkan asupan hara presisi, dan terlindung dari gangguan hama utama. Hasilnya, produktivitas per meter persegi per tahun hampir 50 kg, sebuah capaian yang sulit ditiru oleh sistem konvensional di lahan yang sama.

Namun, keberhasilan ini bukan tanpa prasyarat. Unit usaha yang diamati telah berinvestasi dalam infrastruktur yang baik, menerapkan prosedur operasional baku, serta memiliki pengelola yang cukup terampil dalam membaca kebutuhan tanaman dan merespon penyimpangan parameter larutan dengan cepat. Bagi calon pelaku usaha yang ingin mengadopsi teknologi ini, tantangan terbesar terletak pada

ketersediaan modal awal dan kurva pembelajaran yang cukup curam. Dukungan dari pemerintah daerah dalam bentuk pelatihan, bantuan sarana produksi, atau kemudahan akses pasar akan sangat membantu mempercepat adopsi hidroponik di kalangan petani perkotaan.

Keterbatasan studi ini adalah tidak dilakukannya analisis efisiensi air secara kuantitatif serta belum memperhitungkan biaya produksi secara rinci. Penelitian selanjutnya disarankan untuk menggabungkan parameter teknis, ekonomi, dan lingkungan secara holistik agar dapat menilai keberlanjutan sistem hidroponik secara menyeluruh. Meskipun demikian, data yang ada sudah cukup membuktikan bahwa hidroponik merupakan alternatif yang menjanjikan untuk menjawab tantangan penyediaan sayuran segar di tengah keterbatasan lahan perkotaan di Kalimantan.

KESIMPULAN

Penerapan sistem hidroponik NFT dan DFT pada unit usaha komersial di Kalimantan Timur terbukti mampu menjadi solusi budidaya sayuran yang efisien dan produktif di lahan terbatas. Sistem ini menghasilkan tingkat keberhasilan tanaman yang sangat tinggi, mencapai 96 persen, dengan pola tanam dan panen mingguan yang memungkinkan pasokan sayuran segar berlangsung kontinu sepanjang tahun. Produktivitas total mencapai 3,9 ton per tahun dari lahan seluas 80 meter persegi, dengan efisiensi lahan sebesar 49 kilogram per meter persegi per tahun, atau meningkat 20 hingga 60 persen dibandingkan budidaya konvensional. Meskipun demikian, adopsi teknologi ini masih menghadapi kendala berupa kebutuhan investasi awal yang besar dan tuntutan penguasaan pengetahuan teknis yang memadai. Dengan pengelolaan yang disiplin serta dukungan kebijakan yang tepat, hidroponik dapat menjadi alternatif strategis bagi pengembangan pertanian perkotaan berkelanjutan di wilayah dengan keterbatasan lahan seperti Kalimantan.

Saran

Bagi peneliti selanjutnya, disarankan untuk melengkapi studi ini dengan analisis efisiensi air secara kuantitatif dan perhitungan kelayakan finansial secara rinci agar diperoleh gambaran keberlanjutan hidroponik yang lebih utuh, termasuk mengkaji potensi daur ulang limbah larutan nutrisi untuk menekan dampak lingkungan. Kepada pelaku usaha, terutama unit yang menjadi objek penelitian maupun calon pengadopsi, langkah awal seperti menyusun studi kelayakan finansial, menjalin kemitraan dengan pasar modern atau restoran, serta meningkatkan keterampilan teknis melalui pelatihan berkala sangat penting dilakukan guna menjaga stabilitas produksi dan daya saing usaha. Sementara itu, pemerintah daerah diharapkan dapat merespons temuan ini dengan menyediakan insentif modal awal atau subsidi sarana produksi bagi usaha hidroponik skala kecil dan menengah, memfasilitasi integrasi produk hidroponik lokal ke dalam rantai pasok resmi, serta menyelenggarakan program penyuluhan dan pendampingan teknis yang berkesinambungan agar teknologi ini dapat diadopsi secara lebih luas oleh petani perkotaan di Kalimantan.

DAFTAR PUSTAKA

(3 (ed.)). SAGE Publications.

(5th ed.). SAGE Publications.

AgroMedia.

Ardiansyah, R., Purnomo, D., & Lestari, S. (2022). Analisis permintaan dan produksi sayuran daun

- di wilayah perkotaan Kalimantan Timur. *Jurnal Agribisnis Indonesia*, 10(2), 145–158.
- Creswell, J. W. (2018). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*.
- Fathurrahman, M., Asy'ari, H., & Hidayah, N. (2021). Dampak alih fungsi lahan pertanian terhadap ketahanan pangan di kota-kota Kalimantan. *Jurnal Tata Ruang Dan Lingkungan*, 8(1), 67–79.
- Hamdani, M., & Yulianto, T. (2018). *Hidroponik untuk agribisnis: Panduan praktis budidaya sayuran daun*. Lily Publisher.
- Hartono, B., & Lestari, P. (2022). Optimasi konsentrasi nutrisi AB Mix pada pertumbuhan selada (*Lactuca sativa*) dengan sistem hidroponik DFT. *Jurnal Hortikultura Indonesia*, 13(3), 210–221.
- Hidayat, A., Nugroho, S., & Lestari, D. (2023). Pola konsumsi sayuran segar masyarakat urban pasca pandemi. *Jurnal Gizi Dan Pangan Indonesia*, 18(1), 33–45.
- Kusumawardhani, R., & Wijaya, T. (2020). Efisiensi penggunaan lahan pada sistem hidroponik vertikal untuk budidaya pakcoy di lahan sempit perkotaan. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 21(2), 89–101.
- Miles, M. B., Huberman, A. M., & Saldaña, J. (2014). *Qualitative data analysis: A methods sourcebook*.
- Nugroho, T., Sari, D. P., & Handayani, L. (2022). Perbandingan produktivitas pakcoy (*Brassica rapa* L.) pada sistem budidaya konvensional dan hidroponik di lahan terbatas. *Jurnal Hortikultura Nusantara*, 8(2), 101–110.
- Prasetyo, Y., & Wijaya, H. (2023). Konversi lahan pertanian dan implikasinya terhadap ketersediaan pangan di kawasan urban Kalimantan Selatan. *Jurnal Ekonomi Pertanian Dan Pembangunan*, 19(1), 55–68.
- Pratiwi, A., Nugroho, E., & Susanto, R. (2021). Pengaruh jenis media tanam dan interval pemberian nutrisi terhadap pertumbuhan pakcoy (*Brassica rapa*) hidroponik. *Jurnal Agroteknologi Berkelanjutan*, 7(2), 123–134.
- Putri, D. K., & Hermawan, R. (2023). Produktivitas dan kualitas hasil selada hidroponik pada berbagai sistem irigasi di dataran rendah. *Indonesian Journal of Horticulture Science*, 14(1), 45–56.
- Rahayu, S., & Santoso, H. (2021). Evaluasi produksi selada (*Lactuca sativa* L.) secara konvensional di dataran rendah Kalimantan. *Jurnal Agrisains*, 12(1), 44–52.
- Rahman, F., Santoso, B., & Putri, M. (2021). Tren konsumsi sayuran organik dan hidroponik di kalangan milenial perkotaan. *Jurnal Sosial Ekonomi Pertanian*, 16(2), 78–90.
- Raviv, M., Lieth, J. H., & Bar-Tal, A. (2019). *Soilless culture: Theory and practice* (2nd ed.). Academic Press.
- Resh, H. M. (2016). *Hydroponic food production: A definitive guidebook for the advanced home gardener and the commercial hydroponic grower* (8 (ed.)). CRC Press.
- Sari, N. K., & Gunawan, A. (2021). Analisis kelayakan finansial usaha hidroponik skala kecil di wilayah perkotaan. *Jurnal Manajemen Agribisnis*, 9(1), 41–53.
- Sharma, N., Singh, A., & Sharma, R. (2021). Urban hydroponics: A sustainable approach for food production in land-constrained cities. *International Journal of Urban Agriculture*, 3(2), 112–125.
- Sugiyono. (2022). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.
- Susila, A. D., & Koerniawati, Y. (2017). *Teknologi hidroponik sistem terapung*. IPB Press.
- Wahyuni, S., & Putra, R. A. (2020). Efisiensi lahan dan air pada sistem pertanian perkotaan.
- Wibowo, H., & Santoso, E. (2021). Efisiensi penggunaan air pada sistem hidroponik NFT dibandingkan pertanian konvensional untuk budidaya sayuran daun. *Jurnal Irigasi Dan Lingkungan*, 12(2), 102–113.
- Yin, R. K. (2018). *Case study research and applications: Design and methods* (6 (ed.)). SAGE Publications.
- Yulianti, T., Pratiwi, S., & Hermawan, D. (2022). Dinamika serapan hara pada sistem hidroponik tertutup: Tinjauan fisiologis dan aplikatif. *Jurnal Fisiologi Tanaman Indonesia*, 9(3), 175–188.