

Uji Daya Hasil Kubis Bunga (*Brassica oleracea* L. var. *Botrytis*) Kultivar Larissa F1 Akibat Kombinasi Sistem Tanam Non Konvensional dan Cekaman pH Asam Larutan Nutrisi

Anne Venitya Septiawan, Rommy Andhika Laksono, Yayu Sri Rahayu

Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Singaperbangsa Karawang
Email: 2010631090038@student.unsika.ac.id

Abstrak

Permasalahan utama dalam praktik budidaya saat ini adalah semakin berkurangnya luas lahan dan menurunnya produksi. Salah satu solusi yang dapat diterapkan yaitu beralih dari sistem pertanian konvensional ke budidaya non konvensional atau urban farming menggunakan hidroponik sistem wick dan aeroponik. Keberhasilan budidaya hidroponik maupun aeroponik sangat dipengaruhi oleh pemahaman terhadap faktor penyerapan nutrisi, terutama tingkat keasaman (pH) larutan. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh kombinasi terbaik antara sistem tanam non konvensional dan cekaman pH asam larutan nutrisi terhadap pertumbuhan dan hasil kubis bunga (*Brassica oleracea* L. var. *Botrytis*) kultivar Larissa F1. Percobaan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktor tunggal dengan 6 perlakuan dan 4 ulangan, yaitu: hidroponik sistem wick + pH 4–5, pH 5–6, pH 6–7, serta aeroponik + pH 4–5, pH 5–6, dan pH 6–7. Data dianalisis menggunakan uji F dan uji lanjut Duncan Multiple Range Test (DMRT) pada taraf 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi sistem tanam dan pH asam memberikan pengaruh nyata terhadap tinggi tanaman umur 56 HST, jumlah daun umur 42 HST, luas daun, panjang akar, bobot segar, diameter krop, tinggi bunga, bobot krop, dan bobot bersih krop. Perlakuan terbaik diperoleh pada sistem wick dengan pH 6–7, yang menghasilkan tinggi krop 13,6 cm, bobot segar 585,5 g, bobot krop 291,8 g, dan bobot bersih krop 277,6 g.

Kata Kunci : Larissa F1, Aeroponik dan *Wick*, Cekaman pH Asam, Kubis Bunga

Abstract

The main issues faced in current cultivation practices are the reduction of available land and the decline in production. One solution is to shift from conventional farming to non-conventional or urban farming systems, such as hydroponic wick systems and aeroponics. The success of hydroponic and aeroponic cultivation is strongly influenced by the plant's ability to absorb nutrients, particularly the acidity level (pH) of the nutrient solution. This study aims to determine the best combination of non-conventional cultivation systems and acidic pH stress of nutrient solutions on the growth and yield of cauliflower (*Brassica oleracea* L. var. *Botrytis*) cultivar Larissa F1. The experiment used a single-factor Randomized Block Design (RBD) consisting of six treatments and four replications: hydroponic wick system + pH 4–5, pH 5–6, pH 6–7, and aeroponics + pH 4–5, pH 5–6, and pH 6–7. Data were analyzed using F-test and Duncan Multiple Range Test (DMRT) at a 5% significance level. The results showed that the combination of cultivation systems and acidic pH significantly affected plant height at 56 DAT, number of leaves at 42 DAT, leaf area, root length, fresh weight, curd diameter, curd height, curd weight, and trimmed curd weight. The best treatment was the wick system with pH 6–7, producing a curd height of 13.6 cm, plant fresh weight of 585.5 g, curd weight of 291.8 g, and trimmed curd weight of 277.6 g.

Keywords : Larissa F1, Aeroponics and Wick, Acid pH Stress, Cauliflower

PENDAHULUAN

Kubis bunga atau kembang kol merupakan tanaman sayuran yang masuk ke dalam famili *Brassicaceae* berupa tumbuhan berbatang lunak. Tanaman ini dikenal sebagai tanaman subtropik, dengan perkembangan teknologi pertanian telah ditemukan varietas-varietas kubis bunga yang cocok ditanam di daerah dataran rendah, salah satunya adalah varietas Larissa F1 yang merupakan varietas kubis, dengan batang berwarna kuning, memiliki ketahanan yang kurang terhadap busuk hitam dan jamur. Selama pertumbuhannya, dengan iklim yang cocok jika suhu di atas 20°C terjadi pertumbuhan hampir sempurna (Sudarmaji, 2023).

Menurut data dari Kementerian Pertanian Republik Indonesia (2022), produksi kubis bunga di Indonesia pada tahun 2022 mengalami penurunan sebanyak 80.000 ton dari tahun sebelumnya yaitu 205.000 ton. Salah satu permasalahan produksi kubis bunga di zaman modern adalah lahan pertanian menjadi semakin sempit khususnya di wilayah Kabupaten Karawang terjadi penyusutan karena pertumbuhan penduduk yang pesat disertai dengan kemajuan teknologi dan industri pada akhirnya akan menggeser fungsi lahan pertanian menjadi lahan perumahan dan industri. Kabupaten Karawang yang dikenal sebagai lumbung padi Jawa Barat hampir menjadi kota industri. Pada tahun 2018, sektor industri tumbuh dengan peningkatan luas wilayah sebesar 46,66 km² dari 1,51 km² menjadi 48,18 km² (Andari et al., 2021).

Upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi penurunan luas lahan dan jumlah produksi adalah mengganti cara bertani di lahan secara konvensional dengan budidaya pertanian non konvensional atau *urban farming*. Salah satu metode yang dapat diterapkan adalah hidroponik yaitu sistem pertanian yang menggunakan substrat tumbuh selain tanah. Sistem hidroponik mempunyai kelebihan yaitu penanaman berhasil, perawatan mudah, pemupukan efektif, produksi terus-menerus, dapat dilakukan di luar musim, dapat dilakukan di lahan sempit dan tidak terkena banjir atau erosi.

Salah satu jenis hidroponik adalah sistem wick yang bersifat pasif. Namun sistem ini memiliki kekurangan, yaitu larutan nutrisi cenderung mengendap sehingga sumbu tidak mampu lagi menarik nutrisi ke akar, menyebabkan tanaman rentan kekurangan unsur hara (Putera, 2015). Selain hidroponik sistem sumbu, alternatif pemanfaatan ruang urban adalah sistem aeroponik, yaitu teknik penanaman yang membiarkan akar melayang di udara dalam lingkungan lembap tanpa tanah. Aeroponik menghasilkan kabut nutrisi halus sehingga oksidasi akar berjalan optimal dan respirasi meningkat, menghasilkan energi yang lebih besar bagi tanaman (Laksono, 2021). Keberhasilan aeroponik sangat dipengaruhi oleh manajemen nutrisi, salah satunya adalah tingkat keasaman (pH).

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa pH memiliki peran penting dalam pertumbuhan tanaman kubis bunga. (Da Costa et al., 2020) melaporkan bahwa dalam sistem hidroponik NFT, tanaman kubis bunga cenderung meningkatkan pH larutan nutrisi sehingga diperlukan koreksi rutin untuk mempertahankan pH optimal pada kisaran 5,5–6,5. Studi ini menekankan pentingnya stabilitas pH bagi penyerapan unsur hara, tetapi hanya menggunakan satu sistem tanam dan tidak menguji pH rendah sebagai bentuk cekaman. Selain itu, penelitian tersebut tidak membandingkan respons tanaman pada sistem tanam non-konvensional lainnya seperti hidroponik sumbu maupun aeroponik, sehingga interaksi antara jenis sistem tanam dan pH belum terjelaskan.

Menurut Alexopoulos et al., (2021) penggunaan pH rendah dalam hidroponik kubis bunga dapat menimbulkan dampak signifikan terhadap pertumbuhan, penyerapan nutrisi, serta rendah risiko penyakit akar. pH rendah (di bawah 5.5) dalam sistem hidroponik dapat mengganggu penyerapan unsur penting seperti kalsium, magnesium, dan kalium, serta meningkatkan toksisitas unsur seperti aluminium dan mangan. Meskipun demikian, perbedaan hasil penelitian terkait toleransi tanaman *Brassicaceae* terhadap pH rendah masih ditemukan, sehingga kebutuhan untuk penelitian lanjutan masih terbuka. Secara umum, pH optimal berkisar antara 5,5–6,5 agar keseimbangan nutrisi dan pertumbuhan

tanaman tetap terjaga. Berdasarkan uraian di atas, belum banyak penelitian yang mengombinasikan sistem tanam non-konvensional (hidroponik dan aeroponik) dengan cekaman pH asam pada kubis bunga, khususnya varietas Larissa F1. Oleh karena itu, penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui pengaruh kombinasi sistem tanam non-konvensional dan cekaman pH asam larutan nutrisi terhadap pertumbuhan dan hasil kubis bunga (*Brassica oleracea* L.) var. *botrytis* kultivar Larissa F1

METODE

Penelitian dilakukan pada bulan April hingga bulan Juli 2024 di *Greenhouse* Telaga Desa Kawasan Industri KIIC, Jl. Permata Raya, Puseurjaya, Telukjambe Timur, Karawang

Bahan yang digunakan dalam percobaan ini meliputi benih kubis bunga varietas Larissa F1, media tanam *rockwool*, larutan nutrisi AB mix, cairan pH *down*, insektisida berbahan aktif *abamektin*, serta fungisida berbahan aktif *mankozeb*. Alat yang digunakan terdiri atas instalasi aeroponik, kotak *styrofoam* ukuran 75 × 42 × 30 cm, netpot berukuran 10 cm, trash bag, TDS meter, pH meter, jangka sorong digital, tray semai, *thermohygrometer*, pelubang *styrofoam*, penggaris, gunting, timbangan digital, pisau, lakban, alat tulis, dan *handphone*.

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental dengan rancangan lingkungan berupa Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktor tunggal. Penelitian ini terdiri atas 6 perlakuan dan 4 ulangan, yaitu: hidroponik sistem wick + pH 4–5, hidroponik sistem wick + pH 5–6, hidroponik sistem wick + pH 6–7, aeroponik + pH 4–5, aeroponik + pH 5–6, dan aeroponik + pH 6–7. Dengan 4 ulangan pada setiap perlakuan, total unit percobaan yang digunakan adalah 24 unit.

Instalasi sistem *Wick* terbuat dari box *Styrofoam* yang berukuran 75 cm × 42 cm × 30 cm. Setiap instalasi hidroponik sistem wick terdiri dari 3 lubang. Kemudian memasukkan netpot yang telah diberi kain flannel ke dalam lubang tersebut. Setiap perlakuan terdapat 3 tanaman dengan 6 perlakuan dan 4 ulangan sehingga keseluruhan terdapat 72 tanaman.

Instalasi sistem Aeroponik terbuat dari box *Styrofoam* yang berukuran 75 cm x 42 cm x 30 cm. Bagian depan box diberi lubang untuk dimasukkannya selang ukuran 7mm yang sudah terpasang *nozzle* dan dilem agar air tidak bocor, kemudian menyambungkan selang ke pompa.

Pembuatan larutan nutrisi hidroponik dilakukan menggunakan AB Mix Buah. Untuk menyiapkan larutan stok dengan volume 5 liter, serbuk nutrisi dilarutkan menggunakan air baku. Bubuk nutrisi A dan B masing-masing sebanyak 1 kg dimasukkan ke dalam box terpisah, kemudian ditambahkan air baku hingga volume setiap box mencapai 5 liter. Larutan diaduk hingga seluruh serbuk benar-benar terlarut tanpa menyisakan endapan. Dengan demikian, diperoleh dua box yang masing-masing berisi 5 liter larutan stok A dan larutan stok B. Setiap box diberi label sesuai jenis larutan, kemudian disimpan di tempat yang terlindung dari paparan sinar matahari langsung.

Setelah tanaman berumur 14 hari di tempat persemaian, tanaman kemudian dipindahkan ke instalasi hidroponik yang sudah disiapkan. Pindah tanam dilakukan pada sore hari agar tanaman dapat lebih mudah beradaptasi karena suhu lingkungan sudah tidak terlalu panas.

Larutan nutrisi dicek menggunakan alat TDS meter dan pH dicek menggunakan pH meter. Pengecekan ppm dan pH dilakukan 2 hari sekali dengan cara memasukkan bagian sensor alat TDS dan pH meter ke *Styrofoam* yang berisi larutan. Takaran nutrisi menggunakan alat TDS meter, ketika masa persemaian 250 ppm, pindah tanam sampai masa pertumbuhan 700-800 ppm, dan masa pembungaan sampai panen 1700-2500 ppm (Listiana *et al.*, 2023).

Kubis bunga dipanen ketika umur 104 hst. Kriteria pemanenan kubis bunga adalah ketika massa bunga sudah padat dan mencapai ukuran maksimal. Pemanenan dilakukan dengan cara mencabut kubis yang sudah berbunga dari netpot. Pemanenan dilakukan pada pagi hari sebelum kuncup bunga mekar.

Pengambilan data secara berkala yang dilakukan yaitu tinggi tanaman (cm), jumlah daun, diameter batang (mm) tanaman di usia 14, 28, 42 dan 56 hst. Data yang diamati lainnya yaitu, bobot bersih krop, bobot krop per tanaman, diameter krop, tinggi krop, luas daun,

panjang akar, dan bobot segar tanaman. Hasil data pengamatan dilakukan analisis menggunakan uji analisis sidik ragam atau analysis of variant (ANOVA). Kemudian jika terdapat hasil yang berbeda nyata maka akan dilanjutkan uji Duncan Multiple Range Test (DMRT) dengan taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tinggi Tanaman. Pada umur 14 HST, tidak terdapat perbedaan nyata pada tinggi tanaman karena tanaman masih dalam fase adaptasi dengan akar yang belum berkembang optimal, sehingga penyerapan hara masih rendah. Hal ini sesuai dengan Muldiana et al., (2017), bahwa tanaman muda hanya mampu menyerap unsur hara dalam jumlah terbatas.

Perlakuan pada umur 28 dan 42 HST tidak menunjukkan perbedaan nyata terhadap tinggi tanaman. Hal ini diduga berkaitan dengan ketersediaan oksigen bagi akar, yang berperan penting dalam proses respirasi untuk menghasilkan energi (ATP) yang diperlukan dalam penyerapan air dan nutrisi. Ketika oksigen terlarut rendah, respirasi akar menjadi tidak efisien sehingga aktivitas metabolik dan kemampuan penyerapan hara menurun, meskipun pH larutan sudah sesuai. Akar yang mendapat suplai oksigen cukup mampu menyerap nutrisi lebih optimal dan membantu menjaga stabilitas pH. Temuan ini sejalan dengan penelitian Fauzi (2013) dalam Charitsabita et al., (2019), yang menyatakan bahwa kekurangan oksigen dapat menghambat respirasi akar dan pertumbuhan tanaman.

Pada umur 56 HST, perlakuan S2 (hidroponik sistem wick + pH 5–6) memberikan pengaruh nyata terhadap tinggi tanaman. Hal ini diduga karena tanaman kubis bunga berada pada puncak fase vegetatif, sehingga kebutuhan dan penyerapan nutrisi berada pada tingkat tertinggi. pH 5–6 mendukung ketersediaan unsur hara esensial seperti nitrogen, fosfor, kalium, kalsium, dan magnesium dalam bentuk yang mudah diserap akar, sehingga pertumbuhan tinggi tanaman menjadi lebih optimal. Selain itu, sistem akar yang telah berkembang membutuhkan suplai nutrisi yang stabil untuk mendukung peningkatan biomassa. Sesuai dengan penelitian Soares et al., (2020) yang menyatakan bahwa pH 5–6 merupakan kisaran

paling ideal untuk ketersediaan dan penyerapan nutrisi dalam sistem hidroponik. (Tabel 1).

Tabel 1. Tinggi Tanaman (cm) dengan Kombinasi Sistem Tanam Non Konvensional dan Cekaman pH Asam Larutan Nutrisi

Perlakuan	Tinggi Tanaman (cm)			
	14 hst	28 hst	42 hst	56 hst
Sistem Wick + pH 4-5	25,8 a	36,7 a	45,7 a	50,8 c
Sistem Wick + pH 5-6	25,2 a	36,3 a	45,6 a	53,8 a
Sistem Wick + pH 6-7	25,6 a	35,2 a	44,3 a	52,1 b
Aeroponik + pH 4-5	24,7 a	34,3 a	43,0 a	47,1 d
Aeroponik + pH 5-6	25 a	32,7 a	40,4 a	46,0 d
Aeroponik + pH 6-7	26,9 a	33,2 a	41,7 a	50,8 c

Keterangan : Nilai yang dikutip huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan hasil tidak berbeda nyata dengan analisis uji DMRT taraf 5%

Diameter Batang. Semua perlakuan tidak memberikan pengaruh nyata terhadap diameter batang pada umur 14, 28, 42, dan 56 HST. Hal ini karena pada fase vegetatif, kubis bunga lebih memprioritaskan pertumbuhan akar dan daun untuk menunjang fotosintesis, sehingga perkembangan diameter batang belum optimal. Pada tahap awal hingga menengah, efek pH terhadap diameter batang juga belum tampak karena sistem akar belum sepenuhnya berkembang. Selain pH, faktor lain seperti ketersediaan nitrogen dan intensitas cahaya dapat lebih menentukan pembesaran batang. Hal ini sejalan dengan Ma’ruf, (2021), menyatakan bahwa keseimbangan dan kecukupan unsur hara berperan dalam proses pembentukan batang dan pelebaran jaringan tanaman.

Tabel 2. Diameter Batang (mm) dengan Kombinasi Sistem Tanam Non Konvensional dan Cekaman pH Asam Larutan Nutrisi

Perlakuan	Diameter Batang (mm)			
	14 hst	28 hst	42 hst	56 hst
Sistem Wick + pH 4-5	1,8 a	3,8 a	5,7 a	7,1 a
Sistem Wick + pH 5-6	1,8 a	3,6 a	6,1 a	7 a
Sistem Wick + pH 6-7	1,8 a	3,6 a	5,5 a	7 a
Aeroponik + pH 4-5	1,8 a	3,2 a	5,2 a	6,6 a
Aeroponik + pH 5-6	1,8 a	3,2 a	5 a	5,9 a
Aeroponik + pH 6-7	1,7 a	3 a	5,4 a	7,8 a

Keterangan : Nilai yang dikutip huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan hasil tidak berbeda nyata dengan analisis uji DMRT taraf 5%

Jumlah Daun. Analisis ragam pada umur 14 dan 28 HST menunjukkan bahwa perlakuan tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah daun. Hal ini diduga karena kondisi lingkungan, terutama suhu rata-rata harian 32,6°C dan kelembapan 60,15%, berada di luar kisaran optimal untuk pertumbuhan kubis bunga sehingga proses fotosintesis tidak berlangsung maksimal. Pada fase awal, respons tanaman terhadap pH maupun suhu biasanya belum tampak jelas karena efeknya baru signifikan dalam jangka panjang atau pada fase pertumbuhan lanjutan. Selain itu, fluktuasi suhu dan pH pada sistem ini relatif kecil sehingga tidak cukup memengaruhi jumlah daun dalam waktu singkat. Sebagaimana menurut Yuliarta et al., (2014) dalam jumlah daun akan meningkat apabila tanaman memperoleh cahaya serta unsur hara dalam kondisi optimal.

Pada umur 42 HST, hasil uji DMRT 5% menunjukkan bahwa perlakuan S1 (hidroponik sistem wick + pH 4–5) menghasilkan jumlah daun terbanyak, tidak berbeda nyata dengan S2 (pH 5–6), namun berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Hal ini diduga karena pada fase pertumbuhan intensif, kebutuhan dan penyerapan nutrisi meningkat sehingga pengaruh pH mulai terlihat lebih jelas. Kondisi pH asam (4–5) dapat meningkatkan aktivitas enzim fosfatase asam yang berperan dalam melepaskan fosfor ke bentuk yang lebih mudah

diserap tanaman. Fosfor penting untuk pertumbuhan akar dan pembentukan daun, sehingga ketersediaannya yang lebih tinggi mempercepat pertumbuhan vegetatif. Selain itu, pH rendah juga meningkatkan ketersediaan mikronutrien seperti Fe, Mn, dan Zn yang mendukung pembentukan daun. Temuan ini sejalan dengan (Gillespie et al., 2020) yang melaporkan bahwa pH rendah dalam hidroponik dapat meningkatkan ketersediaan nutrisi yang mendukung pertumbuhan daun secara optimal.

Pada umur 56 HST, perlakuan tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah daun. Hal ini diduga disebabkan oleh serangan hama ulat bulu (*Dasychira inclusa*) yang cukup berat, yaitu sebesar 61,1%, menyerang 44 dari 72 tanaman. Kerusakan daun akibat serangan hama menimbulkan stres fisiologis yang mengganggu keseimbangan hormonal, produksi energi, dan kemampuan tanaman merespons faktor lingkungan seperti pH larutan nutrisi. Daun yang rusak mengurangi kapasitas fotosintesis, sehingga tanaman tidak mampu membentuk daun baru secara optimal, meskipun kondisi pH dan nutrisi telah diatur dengan baik.

Tabel 3. Jumlah Daun (helai) dengan Kombinasi Sistem Tanam Non Konvensional dan Cekaman pH Asam Larutan Nutrisi

Perlakuan	Jumlah Daun (helai)			
	14 hst	28 hst	42 hst	56 hst
Sistem Wick + pH 4-5	6,7 a	11,2 a	15,6 a	18,4 a
Sistem Wick + pH 5-6	6,1 a	10 a	13,8 ab	17,4 a
Sistem Wick + pH 6-7	5,8 a	10,3 a	13,4 b	16,6 a
Aeroponik + pH 4-5	5,6 a	10,1 a	12,4 b	16,1 a
Aeroponik + pH 5-6	6,2 a	8,9 a	12,1 b	15,1 a
Aeroponik + pH 6-7	6,2 a	10,4 a	13,4 b	16,8 a

Keterangan : Nilai yang dikutip huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan hasil tidak berbeda nyata dengan analisis uji DMRT taraf 5%

Luas Daun. Hasil uji DMRT 5% menunjukkan bahwa perlakuan S6 (aeroponik + pH 6–7)

menghasilkan luas daun tertinggi, tidak berbeda nyata dengan S3 (wick + pH 6–7), namun berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Kisaran pH 6–7 diduga menjadi kondisi paling optimal bagi aktivitas enzim di sistem akar, termasuk enzim H⁺-ATPase yang berperan penting dalam memfasilitasi penyerapan nitrogen, fosfor, dan unsur hara lain secara efisien. Kondisi ini mendukung pertumbuhan daun yang lebih sehat dan luas. Hal ini sejalan dengan Zulfarosda et al., (2022), yang menyatakan bahwa pH terlalu rendah dapat menghambat penyerapan unsur hara makro dan menurunkan pertumbuhan tanaman. Luas daun pada aeroponik lebih tinggi dibandingkan sistem wick karena nutrisi diberikan dalam bentuk kabut, sehingga akar menerima oksigen, air, dan nutrisi secara lebih efisien, yang kemudian meningkatkan proses fotosintesis dan memperbesar luas daun (Movahedi dan Rostami, 2020).

Tabel 4. Luas Daun (cm²) dengan Kombinasi Sistem Tanam Non Konvensional dan Cekaman pH Asam Larutan Nutrisi

Perlakuan	Luas Daun (cm ²)
Sistem Wick + pH 4-5	2038,8 bc
Sistem Wick + pH 5-6	2230,1 bc
Sistem Wick + pH 6-7	2678 ab
Aeroponik + pH 4-5	1765,7 c
Aeroponik + pH 5-6	2085,2 bc
Aeroponik + pH 6-7	2924,5 a

Keterangan : Nilai yang dikutip dengan huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata dengan analisis uji DMRT taraf 5%

Bobot Bersih Krop. Hasil uji DMRT 5% menunjukkan bahwa perlakuan berpengaruh nyata terhadap bobot krop kubis bunga. Perlakuan S3 (hidroponik wick, pH 6–7) menghasilkan bobot krop tertinggi (291,8 g) dan tidak berbeda nyata dengan S6 (aeroponik, pH 6–7), namun berbeda nyata dengan perlakuan lain. Rentang pH 6–7 mendukung fotosintesis dan penyerapan nutrisi secara optimal. Sistem wick cenderung menjaga kestabilan nutrisi, terutama fosfor dan besi yang penting bagi pembentukan krop, sedangkan aeroponik lebih sensitif terhadap fluktuasi pH dan ketidakstabilan aliran nutrisi (Soares et al., 2020).

Tabel 5. Bobot Bersih Krop (g) pada Perlakuan Kombinasi Sistem Tanam Non Konvensional dan Cekaman pH Asam Larutan Nutrisi

Perlakuan	Bobot Bersih Krop (g)
Sistem Wick + pH 4-5	214,2 bc
Sistem Wick + pH 5-6	194,8 c
Sistem Wick + pH 6-7	277,6 a
Aeroponik + pH 4-5	182,2 c
Aeroponik + pH 5-6	191,1 c
Aeroponik + pH 6-7	242,1 b

Keterangan : Nilai yang dikutip dengan huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata dengan analisis uji DMRT taraf 5%

Panjang Akar. Hasil uji DMRT 5% menunjukkan bahwa perlakuan berpengaruh nyata terhadap panjang akar. Perlakuan S6 (aeroponik, pH 6–7) menghasilkan panjang akar tertinggi (70,6 cm), tidak berbeda nyata dengan S3 (wick, pH 6–7) sebesar 69 cm dan S4 (aeroponik, pH 4–5) sebesar 59,8 cm, namun berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Sistem aeroponik memberikan pertumbuhan akar lebih optimal karena akar memperoleh nutrisi dan oksigen secara efisien melalui kabut nutrisi. Pada pH 6–7, ketersediaan hara makro (N, P, K) dan mikronutrien seperti Fe dan Mn berada pada kondisi optimal, sehingga mendukung fotosintesis, respirasi, dan pertumbuhan akar (Isnaeni dan Nasrudin, 2022).

Tabel 6. Panjang Akar (cm) pada Perlakuan Kombinasi Sistem Tanam Non Konvensional dan Cekaman pH Asam Larutan Nutrisi

Perlakuan	Bobot Bersih Krop (g)
Sistem Wick + pH 4-5	52,6 b
Sistem Wick + pH 5-6	51,8 b
Sistem Wick + pH 6-7	69,0 a
Aeroponik + pH 4-5	59,8 ab
Aeroponik + pH 5-6	54,2 b
Aeroponik + pH 6-7	70,6 a

Keterangan : Nilai yang dikutip dengan huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata dengan analisis uji DMRT taraf 5%

Diameter Krop. Hasil uji DMRT 5% menunjukkan bahwa perlakuan S6 (aeroponik + pH 6–7) menghasilkan diameter krop tertinggi dan

berbeda nyata dari perlakuan lainnya. Kisaran pH 6–7 diduga mendukung aktivitas enzim seperti H⁺-ATPase dan fosfatase asam yang berperan dalam penyerapan dan metabolisme nutrisi, sehingga efisiensi penyerapan hara meningkat. Sistem aeroponik juga memberikan suplai oksigen dan nutrisi lebih optimal melalui kabut nutrisi, yang mempercepat pertumbuhan dan pembentukan krop. Dibandingkan sistem wick, aeroponik merespons variasi pH lebih cepat karena kabut nutrisi langsung bersentuhan dengan akar, sehingga efek pH lebih terlihat. Pada sistem wick, perubahan pH memerlukan waktu untuk meresap melalui sumbu sehingga respons tanaman lebih lambat. Suplai oksigen tinggi pada aeroponik juga meningkatkan efisiensi penyerapan hara dan metabolisme tanaman, yang mendukung pembungaan dan pembentukan krop yang lebih baik (El-Helaly dan Darwish, 2019).

Tabel 7. Diameter Krop (mm) pada Perlakuan Kombinasi Sistem Tanam Non Konvensional dan Cekaman pH Asam Larutan Nutrisi

Perlakuan	Diameter Krop (mm)
Sistem Wick + pH 4-5	89 d
Sistem Wick + pH 5-6	103,3 bc
Sistem Wick + pH 6-7	108,75 b
Aeroponik + pH 4-5	99,6 c
Aeroponik + pH 5-6	84,5 d
Aeroponik + pH 6-7	117,35 a

Keterangan : Nilai yang dikutip dengan huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata dengan analisis uji DMRT taraf 5%

Tinggi Krop. Hasil uji DMRT 5% menunjukkan bahwa perlakuan S3 (wick + pH 6–7), S6 (aeroponik + pH 6–7), S5 (aeroponik + pH 5–6), dan S2 (wick + pH 5–6) memberikan pengaruh nyata dan berbeda signifikan dibandingkan perlakuan lainnya. Keempat perlakuan tersebut berada pada kisaran pH optimal yang mendukung aktivitas enzim fotosintesis dan metabolisme, sehingga penyerapan hara berlangsung lebih efisien dan energi dapat dimanfaatkan secara maksimal untuk pembentukan krop. Kisaran pH 5,5–6,5 memang dilaporkan sebagai kondisi terbaik untuk pertumbuhan krop kubis bunga (Gillespie et al., 2020). Pada penelitian ini, sistem wick menunjukkan tinggi krop lebih baik

dibandingkan aeroponik karena stabilitas larutan nutrisinya lebih terjaga dan tidak terlalu sensitif terhadap fluktuasi suhu maupun kelembapan, sehingga tingkat stres tanaman lebih rendah.

Tabel 8. Tinggi Krop (cm) pada Perlakuan Kombinasi Sistem Tanam Non Konvensional dan Cekaman pH Asam Larutan Nutrisi

Perlakuan	Tinggi Krop (cm)
Sistem Wick + pH 4-5	12,3 b
Sistem Wick + pH 5-6	13 ab
Sistem Wick + pH 6-7	13,6 a
Aeroponik + pH 4-5	12,4 b
Aeroponik + pH 5-6	12,9 ab
Aeroponik + pH 6-7	13,5 a

Keterangan : Nilai yang dikutip dengan huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata dengan analisis uji DMRT taraf 5%

Bobot Krop Per Tanaman. Hasil uji DMRT 5% menunjukkan bahwa perlakuan berpengaruh nyata terhadap bobot krop kubis bunga. Perlakuan S3 (wick + pH 6–7) menghasilkan bobot krop tertinggi (291,8 g) dan tidak berbeda nyata dengan S6 (aeroponik + pH 6–7), namun keduanya berbeda signifikan dari perlakuan lain. Kisaran pH 6–7 mendukung fotosintesis dan penyerapan hara secara optimal. Sistem wick memberikan stabilitas larutan nutrisi, sedangkan sistem aeroponik lebih sensitif terhadap fluktuasi pH dan aliran nutrisi karena akar tidak terendam langsung (Soares et al., 2020).

Tabel 9. Bobot Krop Per Tanaman (g) pada Perlakuan Kombinasi Sistem Tanam Non Konvensional dan Cekaman pH Asam Larutan Nutrisi

Perlakuan	Bobot Krop Per Tanaman (g)
Sistem Wick + pH 4-5	224,2 b
Sistem Wick + pH 5-6	214,8 b
Sistem Wick + pH 6-7	291,8 a
Aeroponik + pH 4-5	194,6 b
Aeroponik + pH 5-6	211,1 b
Aeroponik + pH 6-7	260,8 a

Keterangan : Nilai yang dikutip dengan huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata dengan analisis uji DMRT taraf 5%

Bobot Segar Per Tanaman. Perlakuan kombinasi sistem tanam non-konvensional dan cekaman pH asam berdasarkan uji DMRT 5% menunjukkan pengaruh nyata terhadap bobot segar kubis bunga. Perlakuan S3 (hidroponik wick + pH 6–7) menghasilkan bobot segar tertinggi sebesar 585,5 g dan tidak berbeda signifikan dengan S6 (aeroponik + pH 6–7) sebesar 507,1 g, namun keduanya berbeda nyata dari perlakuan lainnya. Bobot segar lebih tinggi pada sistem wick karena kapilaritas menjaga kelembapan akar serta kestabilan ketersediaan nutrisi. Kombinasi sistem tanam dan pH optimal membantu memaksimalkan akumulasi biomassa, sedangkan pH terlalu rendah (<5,0) menurunkan aktivitas enzim mitokondria yang berperan dalam produksi energi, sehingga bobot segar menurun (Macrae, 1971).

Tabel 10. Bobot Segar Per Tanaman (g) pada Perlakuan Kombinasi Sistem Tanam Non Konvensional dan Cekaman pH Asam Larutan Nutrisi

Perlakuan	Bobot Segar Per tanaman (g)
Sistem Wick + pH 4-5	417,5 bc
Sistem Wick + pH 5-6	433,2 bc
Sistem Wick + pH 6-7	585,5 a
Aeroponik + pH 4-5	346,6 c
Aeroponik + pH 5-6	395,3 bc
Aeroponik + pH 6-7	507,1 ab

Keterangan : Nilai yang dikutip dengan huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata dengan analisis uji DMRT taraf 5%.

KESIMPULAN

Dari dua sistem tanam yang diuji, hidroponik sistem wick lebih direkomendasikan. Perlakuan sistem *wick* dengan pH 6-7 yang memberikan hasil tertinggi yaitu untuk rata-rata tinggi krop 13,6 cm, bobot segar per tanaman 585,5 g, bobot krop per tanaman 291,8 g, dan bobot bersih krop 277,6 g.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] .Alexopoulos, A. A., Marandos, E., Assimakopoulou, A., Vidalis, N., Petropoulos, S. A., dan Karapanos, I. C. (2021). Effect of nutrient solution ph on the growth, yield and quality of taraxacum officinale and reichardia picroides in a floating hydroponic system. *Agronomy*, 11(6).
<https://doi.org/10.3390/agronomy11061118>
- [2] .Andari, M. T., Pravitasari, A. E., dan Anwar, S. (2021). Journal of Regional and Rural Development Planning (Jurnal Perencanaan Pembangunan Wilayah dan Perdesaan) Februari. *Jurnal Perencanaan Pembangunan Wilayah Dan Perdesaan*, (1), 74–88.
- [3] .Charitsabita, R., Dwi Purbajanti, E., dan Wisnu Widjanto, D. (2019). Respon Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.) secara Hidroponik dengan Berbagai Jenis Media Tanam dan Aerasi Berbeda Response of growth and production of pakcoy (*Brassica rapa* L.) through hydroponic system with different types of planting media and aeration. *Agustus*, 6(2), 270–278.
<https://jurnal.usu.ac.id/index.php/Tropik>
- [4] .Costa, L. F., Soares, T. M., Silva, M. G., Modesto, F. J. N., Queiroz, L. A., & Pereira, J. S. (2020). *Cauliflower growth and yield in a hydroponic system with brackish water*. *Revista Caatinga*, 33(4), 1060–1070.
- [5] .El-Helaly, M. A., dan Darwish, O. S. (2019). *Effect Of Culture System; Aeroponic, Hydroponic and Sandy Substrate On Growth, Yield and Chemical Compositions Of Lettuce* (Vol. 19, Issue 2).
- [6] .E Soares, H. R., E Silva, Ê. F. de F., da Silva, G. F., Cruz, A. F. da S., Santos Júnior, J. A., & Rolim, M. M. (2020). Salinity and flow rates of nutrient solution on cauliflower biometrics in NFT hydroponic system. *Revista Brasileira de Engenharia Agricola e Ambiental*, 24(4), 258–265.
<https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v24n4p258-265>
- [7] .Gillespie, D. P., Kubota, C., dan Miller, S. A. (2020). Effects of Low pH of hydroponic nutrient solution on plant growth, nutrient uptake, and root rot disease incidence of Basil (*Ocimum basilicum* L.). *HortScience*, 55(8), 1251–1258.
<https://doi.org/10.21273/HORTSCI14986-20>

- [8]. Isnaeni, S., dan Nasrudin, D. (2022). *Respon Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Caism (Brassica Juncea L.) Pada Sistem Hidroponik Berbeda*.
- [9]. Kementerian Pertanian Republik Indonesia. (2022). Statistik Konsumsi Pangan Tahun 2022. *Pusat Data Dan Sistem Informasi Pertanian, Kementerian Pertanian Republik Indonesia*, 1–132.
- [10]. Laksono, R. A. (2021). Interval Waktu Pemberian Nutrisi Terhadap Produksi Tanaman Selada Hijau (*Lactuca sativa* L) Varietas New Grand Rapid Pada Sistem Aeroponik. *Paspalum: Jurnal Ilmiah Pertanian*, 9(1), 1. <https://doi.org/10.35138/paspalum.v9i1.1>
- [11]. Listiana U, Sesanti RN, Maulida D, Kartina R, Putri SU, S. B. (2023). *Evaluasi Pertumbuhan dan Hasil Beberapa Kultivar Kubis Bunga (Brassica oleracea var. botrytis L) Dataran Rendah pada Sistem Hidroponik Nutrient Film Technique*. 1(1), 30–37.
- [12]. Ma'ruf, A. (2021). *Pemberian Pupuk Organik Cair dari Limbah Cair Tahu Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Kubis Bunga (Brassica oleraceae var botrytis L.)*.
- [13]. Macrae, A. R. (1971). Effect of pH on the oxidation of malate by isolated cauliflower bud mitochondria. *Phytochemistry*, 10(7), 1453–1458. [https://doi.org/10.1016/0031-9422\(71\)85007-0](https://doi.org/10.1016/0031-9422(71)85007-0)
- [14]. Movahedi, Z., dan Rostami, M. (2020). Production of Some Medicinal Plants in Aeroponic System. In *Journal of Medicinal Plants and By-products* (Vol. 1).
- [15]. Muldiana, S., Rosdiana Program Studi Agroteknologi, dan, Pertanian, F., Muhammadiyah Jakarta Jl Ahmad Dahlan, U. K., dan Selatan, T. (2017). *Respon Tanaman Terong (Solanum malongena L.) Terhadap Interval Pemberian Pupuk Organik Cair Dengan Interval Waktu Yang Berbeda*.
- [16]. Putera, T. D. (2015). *Hidroponik Wick System*. Sudarmaji, A. (2023). Analisis Variasi Penggunaan Jenis Mulsa Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kubis Bunga (*Brassica oleracea var . Botrytis L .*) di Dataran Rendah. *Seminar Nasional Dalam Rangka Dies Natalis Ke-47 UNS Tahun 2023*, 7(1), 428–437.
- [17]. Yuliarta, B., Santoso, M., Suwasono Heddy, Y. B., Jurusan, Pertanian, B., dan Pertanian, F. (2014). *Pengaruh Biourine Sapi dan Berbagai Dosis Ppupuk NPK Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Selada Krop (Lactuca sativa L.)*. 1.
- [18]. Zulfarosda, R., Retno, D., dan Purnamasari, T. (2022). Pengaruh Larutan Asam Terhadap Fluktuasi pH Hidroponik. In *Jurnal Buana Sains* (Vol. 22, Issue 1).