



PENGARUH KEPADATAN IKAN LELE PADA SISTEM AQUAPONIK TERHADAP PERTUMBUHAN DAN PRODUKSI SELADA

Asni Mutiara Khabibah¹⁾, Ary Susatyo Nugroho²⁾, Sumarno³⁾

^{1,2,3} Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Pendidikan Matematika Ilmu Pengetahuan Alam dan Teknologi Informasi, Universitas Persatuan Guru Republik Indonesia Semarang

¹ email: asnimutiarakhabibah@gmail.com

INFO ARTIKEL

Diterima :
12-02-2026

Direvisi :
11-08-2026

Dipublikasi :
10-09-2026

ABSTRAK

Abstrak – Selada (*Lactuca sativa*) merupakan salah satu tanaman yang memiliki banyak manfaat dan memiliki nilai ekonomi yang cukup tinggi. Oleh karena itu budidaya selada memiliki potensi besar untuk dikembangkan. Akan tetapi kondisi lahan pertanian di Indonesia yang terbatas mengharuskan memilih alternatif sistem budidaya yang efisien sehingga mampu tetap menjaga hasil dan pertumbuhan tanaman selada. Sistem akuaponik merupakan sistem yang cukup menjanjikan. Selain mendapatkan hasil dari tanaman selada juga dapat memanfaatkan secara langsung limbah ikan yang dibudidayakan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh padat tebar ikan lele yang berbeda dalam sistem akuaponik terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman selada. Hasil penelitian diharapkan bisa berkontribusi dalam pengembangan teknik budidaya tanaman selada. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dan desain yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL). Pada penelitian ini menggunakan tiga perlakuan dan tiga ulangan yaitu P1 (Padat tebar 100 ekor lele/36 tanaman selada), P2 (Padat tebar 150 ekor lele/36 tanaman selada), dan P3 (Padat tebar 200 ekor lele/36 tanaman selada). Hasil penelitian menunjukkan adanya perbedaan yang sangat nyata pada masing-masing perlakuan. Pertambahan jumlah, panjang, lebar dan bobot tertinggi selada ditunjukkan pada perlakuan P3 (Padat tebar 200 ekor lele/36 tanaman selada) disusul perlakuan P2 (Padat tebar 150 ekor lele/36 tanaman selada) dan terendah pada perlakuan P1 (Padat tebar 100 ekor lele/36 tanaman selada) lele pada sistem akuaponik terhadap pertumbuhan tanaman *Lactuca sativa*.

Kata Kunci: ikan lele, selada, akuaponik.

PENDAHULUAN

Sayuran merupakan salah satu komponen yang tidak dapat ditinggalkan. Oleh karena itu manusia berusaha menanam berbagai jenis

sayuran untuk memenuhi kebutuhan.

Kondisi alam Indonesia memungkinkan melakukan kegiatan budidaya berbagai jenis sayuran. Dilihat dari aspek geografis, Indonesia sangat

potensial untuk membudidayakan sayur-sayuran. selada merupakan jenis sayuran yang memiliki nilai komersial dan prospek yang cukup baik. Jumlah penduduk Indonesia yang semakin bertambah, meningkatnya kesadaran akan kebutuhan gizi menyebabkan bertambahnya permintaan akan sayuran, termasuk selada. Selada (*Lactuca sativa* var. *Red rapids*) merupakan tanaman yang dapat tumbuh di daerah dingin maupun tropis, pemasaran selada meningkat seiring dengan pertumbuhan ekonomi dan jumlah penduduk (Cahyono, 2014). Akan tetapi, saat ini semakin berkurangnya lahan pertanian khususnya lahan kelas utama (S1) dan rendahnya kualitas selada yang dihasilkan oleh para petani merupakan contoh masalah yang dihadapi dalam kegiatan budidaya sayuran seperti pemukiman dan industri menyebabkan berkurangnya ketersediaan lahan untuk para petani. Akuaponik dapat menjadi suatu solusi untuk memecahkan masalah pertanian tersebut. Akuaponik (aquaphonic) merupakan salah satu teknologi budidaya yang mengkombinasikan pemeliharaan ikan dengan tanaman (Nelson 1998). Akuaponik merupakan suatu kombinasi sistem akuakultur dan budidaya

tanaman hidroponik. Pada sistem ini, ikan dan tanaman tumbuh dalam satu sistem yang terintegrasi, dan menciptakan suatu simbiotik antara keduanya. Teknologi akuaponik merupakan salah satu alternatif untuk mendapatkan hasil pertanian dan perikanan secara bersamaan pada lahan dan ketersediaan air yang terbatas.

MATERIAL DAN METODE

Bagian ini memuat informasi tentang tempat dan waktu penelitian; subyek penelitian; alat dan bahan; prosedur penelitian; teknik analisis dan interpretasi data dengan model statistik yang sesuai dengan karakteristik dan jenis penelitiannya. Sub-heading ditulis dengan pola seperti contoh berikut ini:

Tempat dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian di Kelurahan Pakintelan, Kecamatan Gunung Pati, Kota Semarang. Untuk uji analisa kualitas air dilaksanakan di Laboratorium Universitas Kristen Satya Wacana, Salatiga, Jawa Tengah.

Subjek Penelitian

Subjek penelitian ini adalah pengaruh padat tebar ikan lele yang berbeda terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman selada (*Lactuca sativa* var. *Red rapids*).

Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi tiga kolam bundar berdiameter 1,5 m dan tinggi 1 m, tiga instalasi hidroponik, 20 buah pipa paralon, tiga buah selang, satu aerator, 50 buah netpot, tiga lembar styrofoam, 10 buah nampan, tiga buah gunting, tiga buah penggaris, satu timbangan analitik, satu termometer, satu pH meter, satu kamera, tiga buah spidol, kertas label, dan yellow trap. Bahan yang digunakan meliputi ikan lele, benih selada merah (*Lactuca sativa* var. *Red Rapids*), air, rockwool sebagai media semai, kain flanel sebagai media penyalur air dan nutrisi, serta pakan ikan lele.

Prosedur Penelitian

Penelitian diawali dengan menyiapkan kolam ikan dan instalasi akuaponik yang terdiri atas pompa air, pipa, netpot, kain flanel, dan media tanam rockwool. Benih selada merah (*Lactuca sativa* var. *Red Rapids*) disemai pada rockwool hingga memiliki 3–4 helai daun, kemudian dipindahkan ke instalasi akuaponik. Ikan lele yang memiliki ukuran relatif seragam diaklimatisasi sebelum ditebar ke dalam kolam.

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan tiga perlakuan kepadatan ikan lele dan tiga

ulangan, yaitu P1 sebanyak 100 ekor ikan lele per 36 tanaman selada, P2 sebanyak 150 ekor per 36 tanaman selada, dan P3 sebanyak 200 ekor per 36 tanaman selada. Ikan diberi pakan secara teratur, sedangkan sirkulasi air dan kondisi instalasi diperiksa setiap hari.

Pengamatan pertumbuhan selada dilakukan pada umur 14, 21, 28, dan 35 hari setelah tanam. Parameter yang diamati meliputi jumlah daun, panjang daun, dan lebar daun. Bobot basah tanaman diukur pada akhir penelitian menggunakan timbangan analitik. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan analisis varians pada taraf signifikansi 5%. Apabila terdapat perbedaan nyata, analisis dilanjutkan dengan Uji Jarak Ganda Duncan untuk mengetahui perbedaan antarperlakuan.

Analisis dan Interpretasi Data

Analisis data menggunakan Anova dengan taraf signifikansi 5% kemudian dilanjutkan dengan UJGD bila hasil penelitian berbeda nyata.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data hasil penelitian tentang pengaruh kepadatan ikan lele pada sistem akuaponik terhadap pertumbuhan dan produksi *Lactuca sativa* var. *Red rapids* serta

implementasinya dalam pembelajaran biologi adalah sebagai berikut:

Jumlah Daun Tanaman *Lactuca sativa* var. *Red rapids*

Tabel 1. Rata-Rata Jumlah Daun tanaman *Lactuca sativa* var. *Red rapids* Pada Berbagai Variasi Perlakuan

Perlakuan	Rata-Rata Jumlah Daun Pada Variasi Hari Setelah Tanam (HST)			
	14	21	28	35
P1	3	4,26	5,06	5,53
P2	3	6,2	7,2	11
P3	3	8	11	13,66

Keterangan :

P1 = Kepadatan 100 ekor ikan lele/36 tanaman selada

P2 = Kepadatan 150 ekor ikan lele/36 tanaman selada

P3 = Kepadatan 200 ekor ikan lele/36 tanaman selada

Berdasarkan Tabel 1, jumlah daun seluruh perlakuan masih sama pada 14 HST, yaitu 3 helai, tetapi perbedaan antarperlakuan mulai tampak pada pengamatan berikutnya. Pada 21 HST, jumlah daun rata-rata pada P1, P2, dan P3 masing-masing 4,26; 6,20; dan 8,00 helai, kemudian meningkat menjadi 5,06; 7,20; dan 11,00 helai pada 28 HST. Pada 35 HST, P3 menghasilkan jumlah daun tertinggi sebesar 13,66 helai, diikuti P2 sebesar 11,00 helai dan P1 sebesar 5,53 helai. Secara deskriptif, jumlah daun P3 pada akhir pengamatan sekitar 147,0% lebih tinggi dibandingkan P1 dan 24,2% lebih tinggi dibandingkan P2, sehingga pola data menunjukkan bahwa respons tanaman terhadap perbedaan kepadatan ikan

menjadi semakin jelas seiring bertambahnya umur tanaman.

Peningkatan jumlah daun pada kepadatan ikan yang lebih tinggi diduga berkaitan dengan meningkatnya pasokan bahan organik dan unsur hara yang berasal dari ekskresi ikan serta sisa pakan. Dalam sistem akuaponik, limbah budidaya ikan tidak hanya menjadi beban bagi media pemeliharaan, tetapi dapat berfungsi sebagai sumber nutrisi setelah mengalami transformasi biologis dan tersedia bagi akar tanaman. Hasan et al. (2017) menunjukkan bahwa sistem akuaponik yang mengintegrasikan ikan dan tanaman mampu mendukung pertumbuhan vegetatif tanaman, termasuk jumlah daun dan biomassa, sekaligus melibatkan dinamika nitrat, amonia, dan fosfat dalam air. Temuan Yulianti et al. (2025) juga memperlihatkan bahwa pemanfaatan air limbah budidaya ikan pada tingkat kepadatan tertentu dapat meningkatkan jumlah daun, luas daun, serta bobot tajuk tanaman karena kandungan haranya mampu mendukung kebutuhan pertumbuhan.

Pola tersebut dapat menjelaskan mengapa perlakuan P3 memberikan jumlah daun paling tinggi dalam penelitian ini, tetapi hubungan sebab-

akibatnya perlu dinyatakan secara hati-hati karena konsentrasi nitrat, amonia, fosfat, maupun jumlah pakan yang masuk ke setiap kolam tidak ditampilkan pada bagian hasil. Dengan demikian, peningkatan ketersediaan nutrisi pada P3 merupakan interpretasi biologis yang konsisten dengan pola pertumbuhan tanaman dan literatur, bukan parameter yang diukur langsung dalam data yang disajikan. Kesamaan jumlah daun pada 14 HST juga mengindikasikan bahwa pada fase awal, tanaman kemungkinan masih lebih banyak dipengaruhi oleh kondisi awal bibit dan fase adaptasi setelah pindah tanam. Setelah sistem berjalan lebih lama, akumulasi dan konversi unsur hara dari komponen ikan diperkirakan semakin berperan sehingga perbedaan jumlah daun antarperlakuan menjadi lebih nyata.

Panjang Daun Tanaman *Lactuca sativa* var. *Red rapids*

Tabel 2. Rata-Rata Panjang Daun Pada Berbagai Variasi Perlakuan

Perlakuan	Rata-Rata Panjang Daun Pada Variasi Hari Setelah Tanam (HST)			
	14	21	28	35
P1	3,82	7,45	12,07	15,82
P2	4,54	10,33	14,43	17,13
P3	4,69	10,76	14,72	17,73

Keterangan :

P1 = Kepadatan 100 ekor ikan lele/36 tanaman selada

P2 = Kepadatan 150 ekor ikan lele/36 tanaman selada

P3 = Kepadatan 200 ekor ikan lele/36 tanaman selada

Berdasarkan Tabel 2, panjang daun meningkat secara konsisten pada semua perlakuan dari 14 sampai 35 HST. Pada akhir pengamatan, P3 menghasilkan panjang daun rata-rata tertinggi sebesar 17,73 cm, diikuti P2 sebesar 17,13 cm dan P1 sebesar 15,82 cm. Secara deskriptif, panjang daun P3 sekitar 12,1% lebih tinggi dibandingkan P1, sedangkan selisih P3 terhadap P2 hanya sekitar 3,5%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa peningkatan kepadatan ikan tetap diikuti oleh peningkatan panjang daun, meskipun besarnya respons pada parameter ini lebih kecil dibandingkan respons jumlah daun.

Pertumbuhan panjang daun berhubungan dengan proses pembelahan dan pemanjangan sel yang membutuhkan ketersediaan unsur hara secara memadai selama fase vegetatif. Ernando et al. (2024) melaporkan bahwa pemberian pupuk NPK pada selada keriting berpengaruh terhadap jumlah daun, panjang daun, lebar daun, dan bobot basah, sehingga menegaskan bahwa kecukupan nutrisi tercermin secara langsung pada perkembangan organ daun. Hasil penelitian tersebut sejalan dengan kecenderungan pada

sistem akuaponik ini, yaitu perlakuan yang secara teoritis menerima beban nutrisi lebih besar dari populasi ikan yang lebih tinggi juga menghasilkan daun yang lebih panjang. Dalam konteks penelitian ini, respons tersebut memperkuat dugaan bahwa nutrisi hasil daur ulang limbah ikan berkontribusi terhadap pertumbuhan vegetatif selada.

Perbedaan panjang daun antara P2 dan P3 yang relatif kecil juga penting dalam interpretasi hasil. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan kepadatan ikan dari 150 menjadi 200 ekor tidak menghasilkan peningkatan panjang daun sebesar peningkatan yang terlihat pada jumlah daun atau bobot basah. Dengan kata lain, setiap parameter pertumbuhan dapat mempunyai tingkat sensitivitas yang berbeda terhadap peningkatan ketersediaan hara. Firmansyah et al. (2025) dan Hapsoh et al. (2024) memperlihatkan bahwa perubahan suplai nutrisi pada tanaman selada dapat menghasilkan respons yang berbeda pada komponen pertumbuhan dan produksi, sehingga evaluasi efektivitas perlakuan sebaiknya tidak hanya didasarkan pada satu ukuran morfologi.

Perbedaan respons ini juga menunjukkan bahwa panjang daun tidak berdiri sendiri sebagai penentu produktivitas. Tanaman dapat meningkatkan produksi melalui pembentukan daun baru, pelebaran helaian daun, maupun peningkatan bobot jaringan tanpa selalu menunjukkan kenaikan panjang daun yang sama besar. Oleh karena itu, kecenderungan P3 sebagai perlakuan terbaik menjadi lebih kuat ketika hasil panjang daun dibaca bersama dengan jumlah daun, lebar daun, dan bobot basah. Pendekatan terpadu tersebut lebih representatif untuk menilai respons pertumbuhan selada daripada hanya menggunakan satu parameter vegetatif.

Lebar Daun Tanaman *Lactuca sativa* var. *Red rapids*

Tabel 3. Rata-Rata Lebar Daun Pada Berbagai Variasi Perlakuan

Perlakuan	Rata-Rata Lebar Daun Pada Variasi Hari Setelah Tanam (HST)			
	14	21	28	35
P1	3,6	7,73	12,71	17,53
P2	4,07	10,82	14,66	20,8
P3	5,22	11,58	15,65	22,2

Keterangan :

P1 = Kepadatan 100 ekor ikan lele/36 tanaman selada

P2 = Kepadatan 150 ekor ikan lele/36 tanaman selada

P3 = Kepadatan 200 ekor ikan lele/36 tanaman selada

Berdasarkan Tabel 3, lebar daun juga meningkat seiring bertambahnya umur tanaman dan kepadatan ikan.

Pada 35 HST, P1 menghasilkan lebar daun rata-rata 17,53 cm, P2 sebesar 20,80 cm, dan P3 sebesar 22,20 cm. Dengan demikian, lebar daun P3 secara deskriptif sekitar 26,6% lebih tinggi dibandingkan P1 dan 6,7% lebih tinggi dibandingkan P2. Pola $P1 < P2 < P3$ yang konsisten pada setiap waktu pengamatan menunjukkan bahwa perlakuan kepadatan tertinggi yang diuji memberikan kondisi yang paling mendukung perluasan helaian daun.

Lebar daun merupakan salah satu komponen penting yang menentukan besarnya bidang fotosintetik tanaman. Helaian daun yang berkembang lebih luas berpotensi meningkatkan kemampuan tajuk dalam menangkap cahaya, sehingga mendukung pembentukan asimilat untuk pertumbuhan jaringan baru apabila faktor lain tidak menjadi pembatas. Pada selada, respons lebar daun terhadap kecukupan nutrisi juga telah ditunjukkan oleh Ernando et al. (2024), yang menemukan perbedaan lebar daun dan bobot basah antara tanaman yang memperoleh pupuk NPK dan tanaman tanpa pupuk. Hasil tersebut mendukung interpretasi bahwa peningkatan lebar daun pada P3 berkaitan dengan kondisi nutrisi yang lebih mendukung selama fase vegetatif.

Hapsloh et al. (2024) menunjukkan bahwa kombinasi kompos padat dan pupuk urea dapat meningkatkan pertumbuhan dan produksi selada, sedangkan Firmansyah et al. (2025) menguji berbagai dosis pupuk organik cair dan NPK terhadap pertumbuhan serta produksi selada keriting. Kedua penelitian tersebut menegaskan bahwa selada memberikan respons nyata terhadap variasi ketersediaan nutrisi, terutama pada fase pembentukan tajuk. Dalam sistem akuaponik, sumber nutrisi tersebut tidak diberikan sebagai pupuk anorganik utama, melainkan berasal dari proses penguraian limbah organik dan transformasi unsur hara di dalam sistem. Karena itu, peningkatan lebar daun pada kepadatan ikan yang lebih tinggi dapat dipahami sebagai bagian dari respons tanaman terhadap meningkatnya potensi pasokan nutrisi dari komponen budidaya ikan.

Meskipun demikian, data lebar daun perlu ditafsirkan bersama kondisi lingkungan seperti suhu, pH, oksigen terlarut, dan keseimbangan nutrisi. Ernando et al. (2024) menekankan bahwa pertumbuhan selada juga dipengaruhi oleh lingkungan tumbuh, sehingga kecukupan hara bukan satu-satunya faktor penentu. Apabila kualitas

air berada di luar kisaran yang sesuai, peningkatan beban organik justru dapat membatasi fungsi akar dan efisiensi serapan hara. Oleh sebab itu, keunggulan P3 pada penelitian ini berlaku pada kondisi sistem dan rentang kepadatan yang diuji, serta belum dapat digeneralisasi sebagai kepadatan optimum untuk seluruh sistem akuaponik.

Bobot Basah Tanaman *Lactuca sativa* var. *Red rapids*

Tabel 4 Nilai Rata-Rata Bobot Basah Tanaman Selada Pada Variasi Instalasi

Nilai Rata-Rata Bobot Basah	Instalasi		
	1	2	3
	11,26	26,06	43,13

Berdasarkan Tabel 4, bobot basah tanaman menunjukkan perbedaan yang paling besar di antara parameter yang diamati. Rata-rata bobot basah pada instalasi/perlakuan pertama sebesar 11,26 g, meningkat menjadi 26,06 g pada instalasi/perlakuan kedua dan 43,13 g pada instalasi/perlakuan ketiga. Secara deskriptif, bobot basah perlakuan tertinggi sekitar 3,83 kali bobot perlakuan terendah atau meningkat sekitar 283,0%, serta sekitar 65,5% lebih tinggi dibandingkan perlakuan kedua. Besarnya selisih tersebut menunjukkan bahwa pengaruh

kepadatan ikan terakumulasi pada hasil akhir berupa biomassa tanaman.

Bobot basah merupakan hasil integrasi berbagai komponen pertumbuhan, terutama jumlah daun, ukuran daun, kandungan air jaringan, dan akumulasi hasil fotosintesis. Karena P3 juga mempunyai jumlah daun, panjang daun, dan lebar daun tertinggi, maka tingginya bobot basah pada perlakuan ini merupakan pola yang konsisten secara fisiologis. Ernando et al. (2024) menunjukkan bahwa peningkatan kecukupan nutrisi pada selada dapat diikuti oleh peningkatan parameter vegetatif dan bobot basah secara bersamaan. Hapsoh et al. (2024) serta Firmansyah et al. (2025) juga menempatkan kecukupan unsur hara sebagai faktor penting dalam menentukan pertumbuhan dan produksi selada.

Temuan ini juga sejalan dengan hasil Hasan et al. (2017) yang menggunakan biomassa panen tanaman sebagai salah satu indikator keberhasilan integrasi ikan dan tanaman dalam sistem akuaponik. Pada sistem semacam ini, tanaman memanfaatkan unsur hara yang berasal dari limbah budidaya, sementara penyerapan oleh akar ikut membantu menjaga kualitas air. Yulianti

et al. (2025) melaporkan bahwa air limbah budidaya ikan pada tingkat kepadatan tertentu mampu menyediakan unsur hara yang cukup untuk meningkatkan berbagai komponen tajuk tanaman. Kesamaan pola tersebut memperkuat penjelasan bahwa kenaikan biomassa selada pada P3 kemungkinan merupakan hasil kumulatif dari ketersediaan nutrisi yang lebih besar selama masa pemeliharaan.

Dari sudut pandang produksi, peningkatan bobot basah pada P3 merupakan temuan yang paling relevan karena selada dipasarkan terutama berdasarkan biomassa tajuk segarnya. Namun, peningkatan hasil tanaman harus tetap dievaluasi bersama kinerja ikan dan kualitas air agar peningkatan kepadatan tidak menurunkan keberlanjutan sistem. Keuntungan menghasilkan biomassa tanaman yang lebih tinggi dapat berkurang apabila kepadatan yang terlalu tinggi menyebabkan penurunan pertumbuhan ikan, peningkatan mortalitas, atau kebutuhan aerasi dan pengelolaan air yang lebih besar. Dengan demikian, bobot basah yang tinggi pada P3 menunjukkan performa tanaman terbaik dalam penelitian ini, tetapi belum cukup untuk menetapkan rasio

ikan-tanaman yang paling efisien secara biologis maupun ekonomis.

Secara keseluruhan, kecenderungan peningkatan jumlah daun, panjang daun, lebar daun, dan bobot basah dari P1 menuju P3 dapat dijelaskan melalui prinsip daur ulang nutrisi dalam sistem akuaponik. Ikan menghasilkan limbah metabolik dan bahan organik dari feses serta sisa pakan yang kemudian mengalami proses dekomposisi. Amonia yang terbentuk dapat ditransformasikan oleh komunitas mikroba nitrifikasi menjadi nitrit dan selanjutnya nitrat yang lebih mudah dimanfaatkan tanaman, sedangkan akar tanaman menyerap sebagian unsur tersebut dari air. Hasan et al. (2017) menunjukkan keterkaitan pertumbuhan tanaman akuaponik dengan parameter nitrat, amonia, dan fosfat, sedangkan Anjani et al. (2017) menegaskan fungsi limbah ikan sebagai sumber pupuk bagi selada sekaligus peran tanaman dalam membantu memperbaiki kualitas air yang kembali digunakan untuk organisme budidaya.

Pada kepadatan ikan yang lebih tinggi, jumlah total pakan dan hasil metabolisme secara teoritis juga dapat meningkat, sehingga potensi sumber nutrisi bagi tanaman menjadi lebih

besar selama kapasitas pengolahan biologis sistem masih memadai. Yulianti et al. (2025) memberikan dukungan empiris terhadap konsep tersebut melalui pemanfaatan air limbah budidaya ikan pada berbagai tingkat kepadatan; kepadatan yang lebih tinggi mampu menyediakan unsur hara yang cukup untuk mendukung komponen pertumbuhan tajuk. Dalam penelitian ini, pola $P1 < P2 < P3$ pada seluruh parameter akhir menunjukkan bahwa peningkatan kepadatan sampai 200 ekor masih berkorelasi dengan peningkatan performa selada. Akan tetapi, karena beban nutrisi dan biomassa ikan tidak diukur atau tidak ditampilkan, hubungan tersebut sebaiknya disebut sebagai kecenderungan yang didukung oleh mekanisme akuaponik, bukan bukti langsung bahwa konsentrasi nitrogen pada P3 pasti lebih tinggi.

Kepadatan ikan yang tinggi juga memiliki batas ekologis. Sukoco et al. (2017) menjelaskan bahwa intensifikasi ikan lele dalam sistem akuaponik dapat diikuti penumpukan bahan organik sehingga pengelolaan kualitas air dan aktivitas mikroba menjadi penting untuk mempertahankan performa sistem. Anjani et al. (2017) memperlihatkan bahwa karakteristik media tanam dapat memengaruhi

pertumbuhan organisme budidaya dan kadar amonia, yang menunjukkan bahwa keberhasilan akuaponik tidak hanya ditentukan oleh jumlah ikan tetapi juga oleh kemampuan media dan biofilter mengolah limbah. Oleh sebab itu, peningkatan kepadatan ikan tidak dapat diasumsikan selalu menghasilkan pertumbuhan tanaman yang semakin tinggi tanpa batas; setelah kapasitas sistem terlampaui, akumulasi amonia atau nitrit, penurunan oksigen terlarut, serta ketidakseimbangan pH dapat menjadi faktor pembatas.

Hasil penelitian ini juga menunjukkan perbedaan tingkat respons antarparameter. Jumlah daun P3 pada 35 HST sekitar 147,0% lebih tinggi dibandingkan P1 dan bobot basah meningkat sekitar 283,0%, sedangkan panjang daun hanya meningkat sekitar 12,1% dan lebar daun sekitar 26,6%. Pola tersebut menunjukkan bahwa peningkatan kepadatan ikan lebih kuat tercermin pada pembentukan jumlah organ dan akumulasi biomassa daripada pada pemanjangan daun. Secara agronomis, respons demikian tetap menguntungkan karena peningkatan jumlah dan luas tajuk secara bersama-sama dapat berkontribusi lebih besar terhadap hasil panen segar

dibandingkan perubahan panjang daun semata.

Keterbatasan penting dalam pembahasan ini adalah belum ditampilkannya data kualitas air dan dinamika nutrisi pada bagian hasil, walaupun metode menyebutkan adanya pengujian kualitas air. Data seperti total ammonia nitrogen, nitrit, nitrat, fosfat, pH, oksigen terlarut, suhu, konduktivitas listrik, jumlah pakan, biomassa ikan, dan kelangsungan hidup ikan akan sangat membantu menjelaskan mekanisme yang menyebabkan P3 memberikan pertumbuhan selada terbaik. Penelitian berikutnya sebaiknya mengukur parameter tersebut secara berkala dan menghubungkannya dengan laju pertumbuhan tanaman sehingga dapat ditentukan rasio biomassa ikan terhadap jumlah tanaman yang benar-benar optimum. Pengukuran tersebut juga memungkinkan evaluasi apakah peningkatan hasil tanaman pada kepadatan tinggi tetap sejalan dengan kesehatan ikan, efisiensi pakan, penggunaan energi, dan stabilitas kualitas air.

Dengan mempertimbangkan seluruh parameter, P3 merupakan perlakuan dengan performa tanaman

terbaik pada rentang kepadatan yang diuji, diikuti P2 dan P1. Temuan ini memperlihatkan potensi peningkatan kepadatan ikan lele sebagai strategi untuk meningkatkan pemanfaatan nutrisi internal dan produksi selada dalam sistem akuaponik, selama kualitas air dan kapasitas biofiltrasi tetap terjaga. Dukungan dari penelitian akuaponik maupun penelitian nutrisi selada menunjukkan bahwa keberhasilan pertumbuhan vegetatif sangat ditentukan oleh kecukupan serta ketersediaan unsur hara sepanjang fase pertumbuhan. Oleh karena itu, hasil penelitian ini paling tepat dimaknai sebagai bukti bahwa kepadatan 200 ekor memberikan kombinasi terbaik bagi pertumbuhan dan produksi selada pada konfigurasi sistem yang digunakan, bukan sebagai rekomendasi kepadatan universal untuk semua skala dan desain akuaponik.

KESIMPULAN DAN SARAN

Perlakuan padat tebar ikan lele yang berbeda berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman selada yang meliputi jumlah daun, panjang daun, lebar daun, dan bobot basah pada budidaya menggunakan sistem akuaponik. Pertumbuhan dan produksi tertinggi diperoleh pada perlakuan P3 (200

ekor/kolam), diikuti P2 (150 ekor/kolam), sedangkan pertumbuhan dan produksi terendah terdapat pada perlakuan P1 (100 ekor/kolam).

DAFTAR PUSTAKA

- Aak. (2008). *teknik bercocok tanam jagung*. jogjakarta.
- Akbar, R. A. (2003.). *Efesiensi Nitrifikasi dalam Sistem Biofilter Submerged Bed, Trickling* .
- AM., L. (2002). *Lele ikan berkumis paling populer*. . Jakarta: : Agromedia.
- Bardach, J. R. (1972). *Aquaculture*. Birmingham. Alabama Agricultural Experiment Station.
- Barus, T. A. (2004). *Pengantar Limnologi Studi Tentang Ekosistem Air Daratan*.: Medan: USU .
- Belawati, T. (2003). *Pengembangan Bahan Ajar*. Jakarta: Divapress.
- Boediono. (1999). *Teori Pertumbuhan Ekonomi*. Yogyakarta: BPFE.
- Boediono. (1999). *Teori Pertumbuhan Ekonomi, seri Sinopsis, Edisi Pertama*. Yogyakarta.: BPFE.
- Boyd, C. (1990.). *Water Quality in Ponds for Aquaculture*. Birmingham Publishing Co. Birmingham, Alabama.
- Boyd, C. E. (1982). *Water Quality Management for Pond Fish Culture Development in Aquaculture and Fish Science, Vol. 9*. . Elsevier Scintific Pub. Comp.
- Anjani, P. T., Kusdarwati, R., & Sudarno. (2017). Pengaruh teknologi akuaponik dengan media tanam selada (*Lactuca sativa*) yang berbeda terhadap pertumbuhan belut (*Monopterus albus*). *Journal of Aquaculture and Fish Health*, 6(2), 67-73. doi: 10.20473/jafh.v6i2.11281
- Ernando, R., Ginting, Y. C., Manik, T. K., & Pramono, E. (2024). Laju pertumbuhan dan produksi tanaman selada keriting Grand Rapids (*Lactuca sativa* L.) pada dataran rendah: Studi tentang adaptasi tanaman terhadap perubahan iklim. *Jurnal Agrotek Tropika*, 12(3), 562-570. doi: 10.23960/jat.v12i3.9438
- Firmansyah, F., Daryanto, A., Manurung, A. N. H., & Kurniasih, R. (2025). Pertumbuhan dan produksi tanaman selada keriting (*Lactuca sativa* L.) pada berbagai dosis pupuk organik cair dan NPK. *Jurnal Pertanian Presisi*, 9(1), 106-116. doi: 10.35760/jpp.2025.v9i1.13924
- Hapsoh, H., Mayardika, S., & Wawan, W. (2024). Pertumbuhan dan produksi tanaman selada (*Lactuca sativa* L.) yang diaplikasi kompos padat dengan pupuk urea. *Jurnal Budidaya Pertanian*, 20(1), 26-31. doi: 10.30598/jbdp.2024.20.1.26
- Hasan, Z., Andriani, Y., Dhahiyat, Y., Sahidin, A., & Rubiansyah, M. R. (2017). Pertumbuhan tiga jenis ikan dan kangkung darat (*Ipomoea reptans* Poir) yang dipelihara dengan sistem akuaponik. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 17(2), 175-184. doi: 10.32491/jii.v17i2.357

- Sukoco, F. A., Rahardja, B. S., & Manan, A. (2017). Pengaruh pemberian probiotik berbeda dalam sistem akuaponik terhadap FCR (Feed Conversion Ratio) dan biomassa ikan lele (*Clarias sp.*). *Journal of Aquaculture and Fish Health*, 6(1), 24-31. doi: 10.20473/jafh.v6i1.11271
- Yulianti, N., Mumfun, F. S., & Hermawan, I. (2025). Pertumbuhan dan produksi pohpohan (*Pilea trinervia* Wight.) pada pemberian air limbah budidaya ikan nilem dengan berbagai tingkat kepadatan. *Jurnal Pertanian Presisi*, 9(1), 63-77. doi: 10.35760/jpp.2025.v9i1.12643