



PENERAPAN TEKNOLOGI AKUAPONIK PADA BUDIDAYA IKAN NILA (*Oreochromis niloticus*) DAN SELADA (*Lactuca sativa*) DI LAHAN YANG TERBATAS DI SENTRA WISATA KULINER DELES MERR, SURABAYA

*Application of aquaponic technology of tilapia (*Oreochromis niloticus*) and lactuca sativa cultivation in limited land in Sentra Wisata Kuliner Deles Merr, Surabaya*

Luthfiana Aprilianita Sari^{1*}, Kismiyati¹, Rozi¹, Naufal Falatehan², Yogita Tirta Noviyanti², Auriga Putri Faradilla², Gita Zahrani Aryandini², Benedikta Tania Diklaui², Sulastri Arsad³ dan Muhammad Yusuf⁴

¹Departemen Akuakultur Universitas Airlangga, ²Program Studi Budidaya Perairan Universitas Airlangga, ³Institut Ilmu Kelautan dan Lingkungan, Universitas Szczecin, Polandia, ⁴Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Airlangga

Kampus C Jalan Mulyorejo, Surabaya 60115 Jawa Timur, Indonesia

Alamat Korespondensi: luthfianaas@fpk.unair.ac.id

(Tanggal Submission: 10 September 2023, Tanggal Accepted : 13 November 2023)



Kata Kunci :

Air tawar,
teknologi,
berkelanjutan,
akuaponik,
budidaya multi-
tropik terpadu

Abstrak :

Ikan Nila merupakan ikan konsumsi yang dibutuhkan dalam jumlah banyak sehingga dilakukan budidaya dengan padat tebar. Kelemahan dari padat tebar adalah limbah budidaya dari feses ataupun sisa pakan cukup tinggi sehingga perlu diterapkan suatu teknologi yaitu akuaponik. Teknologi inilah yang menjadi dasar dilakukan pengabdian kepada Masyarakat pada lokasi yang terbatas di Sentra Wisata Kuliner Deles Merr, Surabaya. Tujuan yaitu memberikan pengetahuan mengenai akuaponik yang merupakan sistem gabungan antara budidaya ikan dan tanaman. Feses serta sisa pakan ikan berguna sebagai pupuk bagi tanaman sehingga kualitas air menjadi optimal. Pengmas dilakukan melalui metode penyuluhan dan pendampingan penerapan teknologi akuaponik budidaya ikan nila (*O. niloticus*) dan selada (*L. sativa*) di lahan yang terbatas. Target yang ingin dicapai yaitu peningkatan pengetahuan, pemberdayaan dan meningkatkan keterampilan dalam memproduksi usaha budidaya ikan dan tanaman. Pendampingan berupa studi pengamatan penerapan teknologi Akuaponik budidaya ikan Nila (*O. niloticus*) dan Selada (*L. sativa*) dilahan yang terbatas menghasilkan data laju pertumbuhan atau Growth Rate (GR) 1,2 gr/hari dan laju pertumbuhan spesifik (SGR) 0,05 %/hari. Tanaman selada menyerap ammonia yang dihasilkan dari feses dan sisa pakan ikan nila, sehingga mengoptimalkan kualitas air yang berdampak pada laju pertumbuhan dan laju

pertumbuhan spesifik. Masyarakat telah memperoleh pengetahuan dan mengaplikasikan teknologi akuaponik pada budidaya ikan nila (*O. niloticus*) dan selada (*L. sativa*).

Key word :

Freshwater, technology, sustainable, aquaponic, integrated multi-trophic aquaculture

Abstract :

Tilapia is a consumable fish that is needed in large quantities so that cultivation is carried out with dense stocking. The disadvantage of dense stocking is that the cultivation waste from feces or residual feed is quite high so it is necessary to apply a technology, namely aquaponics. This technology is the basis for community service in a limited location at the Deles Merr Culinary Tourism Center, Surabaya. The aim is to provide knowledge about aquaponics which is a combined system of fish and vegetable farming. Fish feces and feed residue are useful as fertilizer for vegetables so that water quality becomes optimal. The community service was conducted through counseling and mentoring methods on the application of aquaponic technology for tilapia (*O. niloticus*) and lettuce (*L. sativa*) cultivation on limited land. The target to be achieved is to increase knowledge, empowerment and improve skills in producing fish and vegetable farming businesses. Assistance in the form of an observation study of the application of aquaponic technology for tilapia (*O. niloticus*) and lettuce (*L. sativa*) cultivation on limited land resulted in growth rate (GR) data of 1.2 gr/day and specific growth rate (SGR) of 0.05%/day. Lettuce plants absorb ammonia produced from feces and remaining tilapia feed, thus optimizing water quality which has an impact on growth rate and specific growth rate. The community has gained knowledge and applied aquaponic technology in tilapia (*O. niloticus*) and lettuce (*L. sativa*) farming.

Panduan sitasi / citation guidance (APPA 7th edition) :

Sari, L. A., Kismiyati., Rozi., Falatehan, N., Noviyanti, Y. T., Faradilla, A. P., Aryandini, G. Z., Diklaui, B. T., Arsad, S., & Yusuf, M. (2023). Penerapan Teknologi Akuaponik Pada Budidaya Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) dan Selada (*Lactuca sativa*) di Lahan Yang Terbatas Sentra Wisata Kuliner Deles Merr, Surabaya. *Jurnal Abdi Insani*, 10(4), 2393-2401. <https://doi.org/10.29303/abdiinsani.v10i4.1154>

PENDAHULUAN

Indonesia adalah salah satu produsen ikan nila terbesar di dunia dan memiliki sejarah panjang dalam budidaya ikan nila (Putra et al., 2011). Produksi ikan nila di Indonesia terjadi di berbagai wilayah, termasuk Pulau Jawa. Pada tahun-tahun sebelumnya, produksi ikan nila di Indonesia terus meningkat secara signifikan (Fadri et al., 2016). Pada 2018, produksi ikan nila naik dari 1.084.281 ton pada tahun 2015 menjadi 1.546.675 ton. Budidaya ikan harus mempertimbangkan banyak hal yang membantu keberlangsungan hidup ikan, seperti ketersediaan air, lahan budidaya, dan kualitas lingkungan yang baik. Jika lahan budidaya terbatas, kualitas air yang digunakan untuk budidaya ikan menurun (Siregar et al., 2013). Faktor lain adalah tingginya jumlah limbah budidaya dapat menyebabkan penurunan kualitas air untuk kegiatan budidaya. Padat tebar dan dosis pakan buatan yang tinggi mempengaruhi akumulasi metabolit yang dibuang (Sidik et al., 2002). Dengan tingginya kandungan protein pakan, sisa pakan yang tidak termakan ikan dapat terakumulasi dan berpotensi meningkatkan amonia perairan (Pillay, 2004).

Salah satu contoh adalah produksi ikan agar memperoleh hasil yang lebih tinggi dengan sistem budidaya intensif yang dilakukan dengan kepadatan tinggi namun akan mengalami kendala pada kualitas air. Salah satu cara untuk mengatasinya adalah dengan menerapkan sistem akuaponik yaitu



teknik budidaya yang menggabungkan konsep dasar dari teknologi akuakultur dan hidroponik dalam suatu sistem (Nugroho et al., 2012). Air kolam diberikan ke media tanaman sebagai filter vegetasi yang menghilangkan zat racun dalam air seperti amonia. Karena itu, air yang kembali ke kolam dapat digunakan untuk budidaya ikan nila karena sisa pakan dan kotoran yang dihasilkan oleh metabolisme ikan telah mengalami penurunan amonia, yang dapat menurunkan kualitas air. Dengan adanya bakteri proses nitrifik dalam air, sistem akuaponik dapat mengurangi kadar ammonia dalam media air (Zahidah et al., 2015). Nitrat akan diserap oleh akar tanaman menjadi nutrient untuk tumbuh dan berkembangnya tanaman.

Tanaman yang mudah tumbuh pada media air adalah selada. Budidaya selada melalui media akuaponik adalah teknik pertanian kontemporer di mana tanaman tumbuh dalam larutan nutrisi yang kaya akan unsur-unsur esensial daripada tanah. Metode ini memiliki beberapa keuntungan, seperti penggunaan air yang lebih efisien, kontrol nutrisi yang lebih baik, dan pertumbuhan tanaman yang lebih cepat. Faktor yang perlu diperhatikan dalam budidaya selada dengan menggunakan akuaponik adalah media mencapai akar tanaman dan sirkulasi air serta udara baik. Kondisi seperti cahaya, suhu, dan kelembaban di tempat yang tepat untuk pertumbuhan selada.

Penggunaan sistem akuaponik untuk budidaya ikan nila dan tanaman seperti selada dapat menjadi solusi yang efektif dan inovatif dalam situasi di mana lahan terbatas, seperti di lokasi terbatas seperti perumahan atau wisata kuliner. Salah satu wisata kuliner yang ada di Surabaya adalah Surabaya Wisata Kuliner Deles Merr yang mana berada di daerah padat pemukiman di Jalan Arief Rahman Hakim Nomer 14, Keputih, Kecamatan Sukolilo, Surabaya, Jawa Timur 60117, Indonesia. Lokasi ini merupakan lokasi yang digunakan dalam pengabdian kepada masyarakat dengan tujuan untuk memberikan pengetahuan lebih lanjut tentang sistem budidaya ikan dan tanaman dengan teknologi terkini, seperti akuaponik. Diharapkan teknologi ini akan memberikan nilai lebih, yaitu produksi maksimal dengan lahan yang terbatas. Diharapkan bahwa usaha budidaya tersebut akan menjadi bahan mentah untuk bisnis kuliner dan juga dapat diperjualbelikan untuk memperoleh hasil tambahan.

METODE KEGIATAN

Kegiatan pengmas yang dilakukan pada lahan terbatas di Sentra Wisata Kuliner Deles Merr, Surabaya berupa penyuluhan dan pendampingan satu kali siklus budidaya. Kegiatan pengmas diikuti oleh 36 mitra dari kelompok yang bergerak di bidang ekonomi produktif yang terdiri dari UMKM usaha kuliner.

Waktu dan Tempat

Kegiatan ini dilaksanakan di Wisata Kuliner Deles Merr yang berada di daerah padat pemukiman Jalan Arief Rahman Hakim Nomer 14, Keputih, Kecamatan Sukolilo, Surabaya, Jawa Timur 60117, Indonesia. Pelaksanaan kegiatan dimulai pada tanggal 14 Maret – 30 Agustus 2023.

Alat dan Bahan

Dalam studi ini, alat-alat yang akan digunakan termasuk terpal akuaponik 40x20x25 cm, media tanaman 60x12x4,5 cm, talang air 60x12x4,5 cm, pot net 5 cm, pipa 2 cm, aerator, selang aerasi, batu aerasi, termometer, DO meter, penggaris, dan timbangan digital. Bahan yang digunakan adalah pellet dengan kadar protein 20, 25 dan 30%, bibit selada, benih nila, dan rockwool.

Pembuatan Rangkaian Sistem Akuaponik

Media pemeliharaan ikan berupa Akuaponik yang terdiri dari bagian terpal sebagai media budidaya ikan dan pipa sebagai media budidaya tanaman selada. Terpal yang telah dibersihkan kemudian diberi air tawar dengan volume 20 liter. Tanaman selada yang digunakan, sebelum ditanam dalam media tanam, disemai selama 5 hari (Sagita et al., 2014). Media tanam yang digunakan berupa *rockwool*. Kelebihan media tanam *rockwool* yaitu mengandung unsur hara fosfor (P) dan kalium (K),

mampu menyimpan air lebih banyak daripada media tanam lainnya, memiliki substrat partikel yang memadat jika disiram air dalam jumlah banyak, dan memiliki drainase yang baik sehingga akar lebih bebas menyerap air ke dalam tanaman (Saroh et al., 2016). Setiap netpot diisi dengan 10 biji tanaman selada dengan jarak tanam 10 cm (Setijaningsih, 2012).

Studi ini menggunakan benih ikan nila dari ikan lokal Surabaya. Benih nila yang ditanam dalam sistem akuaponik memiliki tebar padat 5 ekor/L dan panjang 5 hingga 6 cm (Nugroho et al., 2013). Benih ikan nila terlebih dahulu diaklimatisasi dalam media pemeliharaan. Faisyal et al., (2016) menyatakan bahwa aklimatisasi benih dapat dilakukan dengan meletakkan kantong plastik berisi benih pada kolam hingga kantong plastik berembun atau dengan meningkatkan suhu air sedikit demi sedikit hingga suhunya sama. Selanjutnya, ikan dapat keluar dari kantong plastik secara mandiri. Selama 25 hari, benih ikan dipelihara dengan pakan pelet dengan kadar protein 30%, lemak 4–6 %, fiber 2–3 %, dan air 9–10 %. Pakan untuk benih nila diberikan tiga kali sehari, dengan dosis 5% biomassa (Nasution et al., 2014).

Pengukuran Panjang dan Berat

Proses mengukur panjang ikan nila dimulai dengan persiapan alat pengukur yaitu penggaris yang diletakkan di atas media yang datar. Setelah itu, ikan nila dipilih kemudian ikan nila diletakkan di atas penggaris tersebut. Pengukuran dilakukan mulai bagian kepala ikan dan akhir skala berada di bagian ekor ikan. Proses mengukur berat badan ikan nila menggunakan timbangan yang memiliki dua angka dibelakang koma. Timbangan yang digunakan dikalibrasi kemudian wadah yang akan di dengan benar agar hasilnya akurat. Wadah diberi sedikit air, kemudian diletakkan di atas timbangan setelah angka di Nol kan. Kemudian ikan nila diambil dan ditenangkan lalu diletakkan di atas timbangan.

Laju Pertumbuhan (GR) dan Laju Pertumbuhan Spesifik (SGR)

Laju pertumbuhan adalah perbedaan antara berat akhir dan berat awal ikan yang dibagi dengan waktu pemeliharaan sesuai dengan metode Elliot & Hurley (1995). Variable yang digunakan untuk menentukan pertumbuhan spesifik ikan uji adalah laju pertumbuhan spesifik (Fissabela et al., 2017). Laju pertumbuhan spesifik adalah presentase perbandingan berat akhir ikan dikurangi berat awalnya dibagi dengan waktu pemeliharaan sesuai rumus dari (Monentcham et al., 2010).

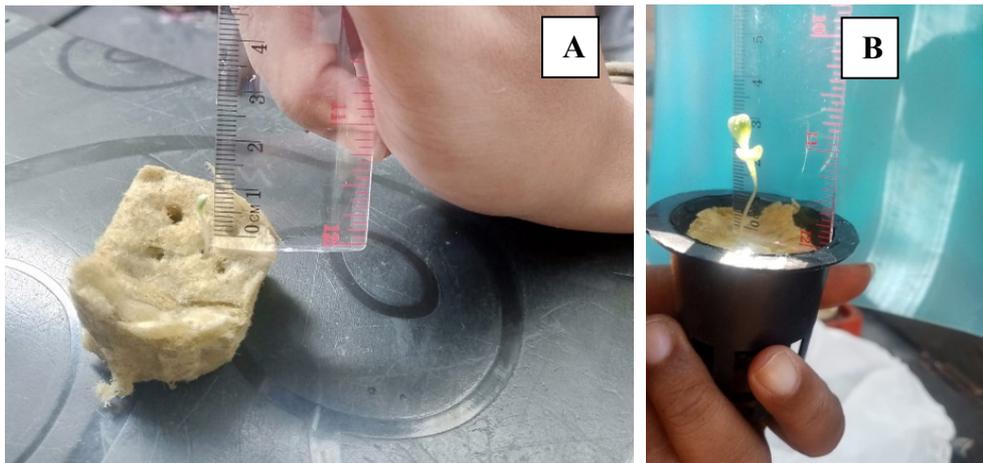
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengmas berupa penyuluhan dan pengaplikasian teknologi akuaponik pada budidaya ikan nila (*O. niloticus*) dan selada (*L. sativa*) di lahan yang terbatas di Sentra Wisata Kuliner Deles Merr, Surabaya. Hasil penyuluhan dapat dilihat pada Gambar 1. Pengmas ini merupakan keberlanjutan dari pengmas lainnya dari Departemen Akuakultur, Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Airlangga, Surabaya, Indonesia. Pengaplikasian teknologi akuaponik ini bersumber dari pengembangan metode hasil pengmas di Pokdakan An Nur Pamekasan, Madura, Jawa Timur (Sari et al., 2022).



Gambar 1. Pelaksanaan penyuluhan di Sentra Wisata Kuliner Deles Merr, Surabaya

Hasil studi diawali dengan penumbuhan hasil semai selada selama tujuh hari diperoleh tinggi 0,9 cm dengan jumlah daun satu helai seperti pada Gambar 1. Selanjutnya hasil semai dipindah pada pot yang kemudian ditumbuhkan pada sistem budidaya akuaponik yang telah berisikan ikan nila. Ukuran tanaman selada yang telah disemaikan selama 14 hari adalah 3 cm dengan jumlah daun dua helai.



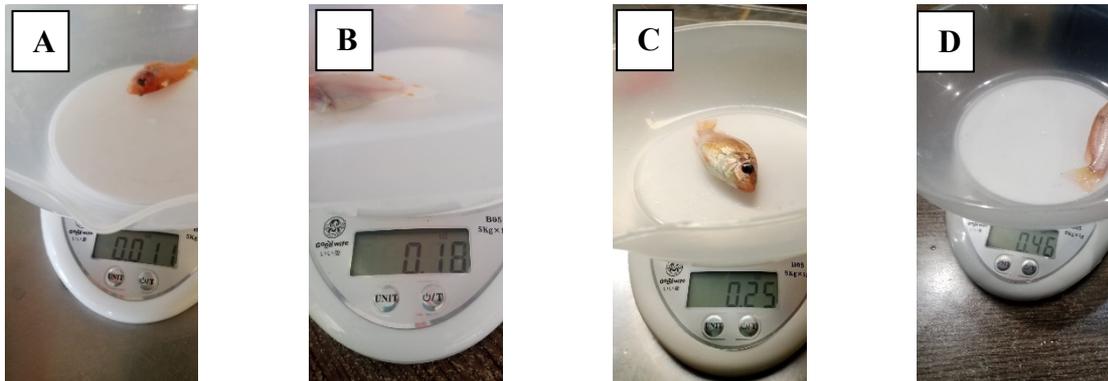
Gambar 2. (A) Selada hasil semai selama 7 hari, (B) Selada setelah 14 hari kemudian dipindah pada media pot

Proses penyemaian selada melibatkan beberapa tahapan untuk memastikan pertumbuhan yang optimal dari biji hingga menjadi bibit yang kuat. Langkah pertama adalah pemilihan varietas selada yang sesuai dengan kebutuhan konsumen dan media tumbuh (dapat dilihat pada Gambar 2). Biji selada ditanam pada permukaan media pot yang mengandung media tanam kaya nutrisi dan ringan, serta memastikan kelembaban. Penempatan lokasi penyemaian harus mendapat sinar matahari yang cukup. Selama periode penyemaian, pemantauan rutin terhadap kelembaban tanah, kebersihan media pot, dan perkembangan bibit menjadi hal yang esensial. Setelah bibit mencapai ukuran yang memadai, proses pemindahan ke lokasi akuaponik dilakukan (hasil semai selada dapat dilihat pada Tabel 1).

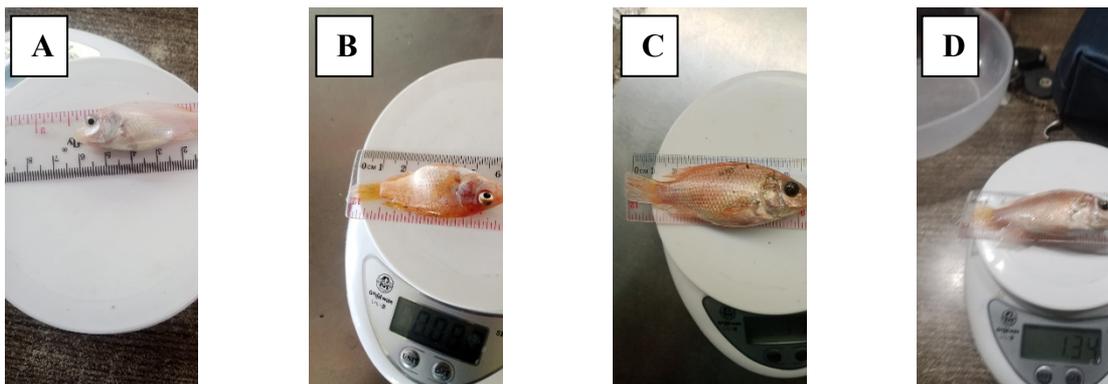
Tabel 1. Hasil semai selada.

Hari	Jumlah daun	Tinggi (cm)
7	1	0,9
14	2	3

Tahap selanjutnya adalah pengamatan pertumbuhan ikan nila dan selada pada akuaponik yang terdiri dari tiga pemberian pakan berbeda yaitu dengan kadar protein 30%. Hasil yang diperoleh adalah pengukuran berat dan panjang yang dapat dilihat pada Gambar 3 dan 4 serta Tabel 2. Hasil pengukuran Laju Pertumbuhan (GR) dan Laju Pertumbuhan Spesifik (SGR) dapat dilihat pada Tabel 3.



Gambar 3. Pengukuran berat ikan nila; (A) hari ke-7, (B) hari ke-14, (C) hari ke-21, dan (D) hari ke-28



Gambar 4. Pengukuran panjang ikan nila; (A) hari ke-7, (B) hari ke 14, (C) hari ke-21, dan (D) hari ke-28

Tabel 2. Berat dan panjang ikan nila

Hari	Berat (gr)	Panjang (cm)
7	11	6
14	18	6,5
21	25	8
28	45	9

Table 3. Hasil laju pertumbuhan dan laju pertumbuhan spesifik

Pengukuran	Nilai
Laju Pertumbuhan (GR)	1,2 gr/hari
Laju Pertumbuhan Spesifik (SGR)	0,05 %/hari

Akuakultur dan hidroponik adalah bagian dari sistem akuaponik, di mana tanaman menggunakan limbah metabolisme dan pakan ikan sebagai nutrisi (Stathopoulou *et al.*, 2018). Tanaman berfungsi sebagai biofilter dan fitoremediator, yang dapat menghilangkan zat anorganik dan organik dari limbah (Zidni *et al.*, 2019). Pertumbuhan adalah perubahan berat, panjang, atau volume ikan dalam jangka waktu tertentu (Effendi, 1997). Laju pertumbuhan spesifik, juga dikenal sebagai Laju Pertumbuhan Spesifik (SGR), dan peningkatan laju pertumbuhan, juga dikenal sebagai Laju

Pertumbuhan (GR), digunakan untuk menentukan perbedaan antara kedua laju pertumbuhan (Anggraeni & Abdulgani, 2013).

Hasil studi menunjukkan kedua laju pertumbuhan, yaitu laju pertumbuhan spesifik dan laju pertumbuhan saling berhubungan, karena keduanya berkorelasi satu sama lain: apabila laju pertumbuhan tinggi, laju pertumbuhan spesifik juga tinggi. Studi yang menggunakan tanaman selada menemukan bahwa laju pertumbuhan spesifik (SGR) adalah 0,05 % per hari, dan laju pertumbuhan (GR) adalah 1,2 gram per hari. Hasil laju pertumbuhan spesifik lebih rendah dibandingkan dengan hasil penelitian Mulqan, dkk., 2017 yang mana meneliti mengenai berbagai macam tanaman dengan hasil SGR; Kakung ($2,36 \pm 0,79\%$), sawi ($2,30 \pm 0,70\%$) dan selada ($2,08 \pm 0,30\%$). Hasil laju pertumbuhan (GR) lebih tinggi dari penelitian Setijaningsih & Umar (2015) dengan perlakuan budidaya teknologi akuaponik pada ikan Nila dan tanaman kangkong yaitu diperoleh nilai 0,54 g/hari. Hasil ini Laju pertumbuhan dan laju pertumbuhan spesifik menunjukkan presentase penambahan bobot ikan setiap hari yang mana prosentase hasil pengmas dengan referensi berbeda. Hal tersebut diduga karena adanya beberapa faktor dalam menunjang sistem budidaya. Proses budidaya ikan dimulai dengan penebaran benih ikan ke dalam media akuaponik. Benih ikan tersebut tumbuh dalam lingkungan yang terkendali, di mana faktor-faktor seperti suhu, pH, dan oksigen air dikontrol. Pengontrolan kualitas air menjadi inti dari kesuksesan sistem ini, karena air yang mengandung limbah ikan dialirkan ke sistem tanaman sebagai sumber nutrisi.

Bakteri-bakteri yang ada dalam sistem berperan penting dalam mengubah amonia dari limbah ikan menjadi senyawa nitrat yang dapat diserap oleh tanaman (Stathopoulou, et al., 2018). Seiring perjalanan air melalui pipa akuaponik, tanaman memfilter air tersebut dan mengembalikannya ke media budidaya dalam kondisi yang lebih bersih. Akibat proses alami, akar tanaman dan perairan mengubah amonia menjadi nitrat. Perubahan amonia menjadi nitrit dan nitrat oleh bakteri dikenal sebagai proses nitrifikasi (Marsidi & Herlambang, 2002). Bakteri Nitrosomonas membantu dalam tahap nitrifikasi mengoksidasi amonia (NH_3) menjadi nitrit (NO_2). Bakteri Nitrobakter membantu dalam tahap nitrasi mengoksidasi nitrit (NO_2) menjadi nitrat (NO_3) (Wahyuningsih & Gitarama, 2020).

Sistem akuaponik menggunakan tanaman untuk mengurangi limbah yang dilepaskan melalui akar tanaman. Akar memainkan peran penting dalam penyerapan N, yang dibutuhkan tanaman untuk berfotosintesis dan memproduksi klorofil untuk pertumbuhan. Tanaman dapat menyerap nitrat (NO_3) sehingga kualitas air menjadi lebih baik, yang membantu ikan hidup. Kualitas air yang baik juga dapat membantu pertumbuhan ikan karena nafsu makan ikan meningkat dan ikan menggunakan lebih banyak energi dari pakannya untuk tumbuh daripada menghasilkan energi untuk bertahan hidup di lingkungan air yang buruk.

Selain itu manajemen pakan menjadi faktor penting, di mana pakan ikan harus disesuaikan dengan jenis ikan dan kebutuhan nutrisi tanaman. Dengan sinergi antara pertumbuhan ikan dan tanaman, teknologi akuaponik menciptakan suatu sistem yang efisien, ramah lingkungan, dan berkelanjutan di mana kedua komoditas ikan dan tanaman saling mendukung untuk memberikan hasil yang optimal.

KESIMPULAN DAN SARAN

Penerapan teknologi Akuaponik budidaya ikan Nila (*O. niloticus*) dan Selada (*L. sativa*) dilahan yang terbatas menghasilkan data laju pertumbuhan atau Growth Rate (GR) 1,2 gr/hari dan laju pertumbuhan spesifik (SGR) 0,05 %/hari. Tanaman selada menyerap ammonia yang dihasilkan dari feses dan sisa pakan ikan nila, sehingga mengoptimalkan kualitas air yang berdampak pada laju pertumbuhan dan laju pertumbuhan spesifik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami berikan kepada Universitas Airlangga atas hibah yang diberikan berdasarkan Rencana Kegiatan Anggaran (RKAT) Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas



Airlangga Tahun Anggaran 2023 – 2024. Program Pengabdian Kepada Masyarakat Skema Program Kemitraan Masyarakat Universitas Airlangga Tahun Anggaran 2023 Nomor: 825/UN3.1.14/PM/2023. Terimakasih kami ucapkan juga kepada mitra kami Sentra Wisata Kuliner Deles Merr, Surabaya dan Dinas Koperasi Usaha Kecil dan Menengah dan Perdagangan Kota Surabaya atas kesempatan yang diberikan. Terimakasih juga kami ucapkan kepada Departemen Akuakultur, Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Airlangga atas pemberian ilmu yang diberikan kepada mitra melalui penyuluhan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggraeni, N. M., & Abdulgani, N. (2013). Pengaruh Pemberian Pakan Alami dan Pakan Buatan Terhadap Pertumbuhan Ikan Betutu (*Oxyeleotris marmorata*) pada Skala Laboratorium. *Jurnal Sains Dan Seni Pomits*, 2(1), 197–201. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.12962/j23373520.v2i2.4067>
- Effendi, M. I. (1997). *Biologi Perikanan*. Bogor: Yayasan Pustaka Nusantara.
- Elliot, J. M., & Hurley, M. A. (1995). *Functional Ecology*, Volume IX. British: British Ecological Society. p. 625-627.
- Faisyal, Y., Rejeki, S., & Widowati, L. L. (2016). Pengaruh Padat Tebar Terhadap Pertumbuhan dan Kelulushidupan Ikan Bandeng (*Chanos chanos*) di Keramba Jaring Apung di Perairan Terabrasi Desa Kaliwlingi Kabupaten Brebes. *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 5(1), 155-161. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jamt/article/view/11778>
- Fissabela., F. A., Suminto, & Nugroho, R. A. (2017). Pengaruh Pemberian Recombinant Growth Hormone (rGH) Dengan Dosis Berbeda Pada Pakan Komersial Terhadap Efisiensi Pemanfaatan Pakan, Pertumbuhan dan Kelulushidupan Benih Ikan Patin (*P. pangasius*). *Jurnal Sains Akuakultur Tropis*, 1(1), 1-9. <https://doi.org/10.14710/sat.v1i1.2449>
- Marsidi, R., & Herlambang, A. (2002). Proses Nitrifikasi Dengan Sistem Biofilter Untuk Pengolahan Air Limbah Yang Mengandung Amoniak Konsentrasi Tinggi. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 3(3), 195-204. <https://doi.org/10.29122/jtl.v3i3.255>
- Monentcham, S. E., Pouomogne, V., & Kestemont, P. (2010). Growth, feed utilization and body composition of African bonytongue, *Heterotis niloticus*, fingerlings fed diets containing various protein and lipid levels. *Aquaculture Research*, 41(10), e438-e445. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2010.02480.x>
- Mulqan, M., Rahimi, E., Afdhal, S., & Dewiyanti, I. (2017). Pertumbuhan Dan Kelangsungan Hidup Benih Ikan Nila Gesit (*Oreochromis niloticus*) Pada Sistem Akuaponik Dengan Jenis Tanaman Yang Berbeda. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan dan Perikanan Unsyiah*. 2 (1): 183-193. <https://jim.usk.ac.id/fkp/article/view/2566/0>
- Nasution, A. S. I., Basuki, F., & Hastuti, S. (2014). Analisis Kelulushidupan dan Pertumbuhan Benih Ikan Nila Saline Strain Pandu (*Oreochromis niloticus*) yang Dipelihara di Tambak Tugu, Semarang Dengan Kepadatan Berbeda. *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 3(2), 25-32. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jamt/article/view/5003>
- Nugroho, R. A., Pambudi, L. T., & Haditomo, A. H. C., 2012. Aplikasi Teknologi Akuaponik Pada Budidaya Ikan Air Tawar Untuk Optimalisasi Kapasitas Produksi. *Jurnal Saintek Perikanan*, 8(1), 46-51. <https://doi.org/10.14710/presipitasi.v%25vi%25i.278-293>
- Putra, I., Setiyanto, D. D., & Wahyuningrum, D. (2011). Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) dalam Sistem Resirkulasi. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 16(1), 56-63. <https://media.neliti.com/media/publications/296038-pertumbuhan-dan-kelangsungan-hidup-ikan-fca5e5cd.pdf>
- Sagita, A., Satria, W. N., Nonny, P. R., Kukuh, P., Farida, A. N., Adi, N., & Sri, H. (2014). Pengembangan Teknologi Akuakultur Biofilter-Akuaponik (Integrating Fish and Plant Culture) Sebagai Upaya Mewujudkan Rumah Tangga Tahan Pangan. Seminar Nasional Tahunan ke-IV Hasil-Hasil Studi Perikanan dan Kelautan.

- Sari, L. A., Mukti, A. T., Satyantini, W. H., Panhar, F. S. P. S., Falatehan, N., & Firdaus, F. A.. 2022. Aplikasi Teknologi Akuaponik Pada Budidaya Ikan Di Pokdakan An Nur Pamekasan, Madura, Jawa Timur. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 28(4), 380-385. <https://jurnal.unimed.ac.id/2012/index.php/jpkm/article/download/39872/pdf>
- Saroh, M., Syawaluddin, & Imelda, H. S. (2016). Pengaruh Jenis Media Tanam dan Larutan Ab Mix dengan Konsentrasi Berbeda Pada Pertumbuhan dan Hasil Produksi Tanaman Selada (*Lactuca sativa* L) dengan Hidroponik Sistem Sumbu. *Jurnal Agrohitia*, 1(1), 33-35. <http://dx.doi.org/10.31604/jap.v1i1.191>
- Setijaningsih, L. (2012). Pertumbuhan Ikan Mas (*Cyprinus carpio*) dengan Perbedaan Jarak Tanam Tanaman Kangkung (*Ipomoea aquatic*) Pada Sistem Akuaponik. Prosiding Indoaqua - Forum Inovasi Teknologi Akuakultur, 197-204.
- Setijaningsih, L., & Umar, C. (2015). Pengaruh Lama Retensi Air Terhadap Pertumbuhan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) pada Budidaya Sistem Akuaponik dengan Tanaman Kangkung. *Berita Biologi*, 14(3), 267-275. <http://dx.doi.org/10.14203/beritabiologi.v14i3.2085>
- Siregar, H. R., Sumono, Daulay, S. B., & Edi, S. (2013). Efisiensi Saluran Pembawa Air dan Kualitas Penyaringan Air dengan Tanaman Mentimun dan Kangkung Pada Budidaya Ikan Gurami Berbasis Teknologi Akuaponik. *Jurnal Rekayasa Pangan dan Pertanian*, 3(3), 60-66.
- Stathopoulou, P., Berillis, P., Levizou, E., Sakellariou-Makrantonaki, M., Kormas, A. K., Aggelaki, A., Kapsis, P., Vlahos, N., & Mente, E. (2018). Aquaponics: A Mutually Beneficial Relationship of Fish, Plants and Bacteria. HydroMedit: International Congress on Applied Ichthyology & Aquatic Environment. Volos, Greece, 8-11 November.
- Wahyuningsih, S., & Gitarama, A. M. (2020). Amonia Pada Sistem Budidaya Ikan. *Jurnal Ilmiah Indonesia*, 5(2), 112-125. <https://doi.org/10.36418/syntax-literate.v5i2.929>
- Zahidah, H., Masjamsir, & Iskandar. (2015). Pemanfaatan Teknologi Aerasi Berbasis Energi Surya Untuk Memperbaiki Kualitas Air dan Meningkatkan Pertumbuhan Ikan Nila Di KJA Waduk Cirata. *Jurnal Akuatika*, 6(1), 68-78. <https://jurnal.unpad.ac.id/akuatika/article/view/5966/3130>
- Zidni, I., Iskandar, Rizal, A., Andriani, Y., & Ramadan, R. (2019). Efektivitas Sistem Akuaponik dengan Jenis Tanaman Yang Berbeda Terhadap Kualitas Air Media Budidaya Ikan. *Jurnal Perikanan Dan Kelautan*, 9(1), 81–94. <https://jurnal.untirta.ac.id/index.php/jpk/article/download/7076/4853>