

APLIKASI TEKNOLOGI AQUAPONIC PADA BUDIDAYA IKAN AIR TAWAR UNTUK OPTIMALISASI KAPASITAS PRODUKSI

Ristiawan Agung Nugroho¹, Lilik Teguh Pambudi¹, Diana Chilmawati¹ dan Alfabetian Herjuno Condro Haditomo¹

Staf Pengajar Program Studi. Budidaya Perairan, Jurusan Perikanan,
Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro
Masuk : 5 Mei 2012, diterima : 17 Juli 2012

ABSTRAK

Penelitian dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh kepadatan benih terhadap media yang menggunakan sistem akuaponik dan mengetahui pengaruh sistem akuaponik terhadap kualitas air media pendederan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) untuk peningkatan kapasitas produksi. Penelitian dilakukan di kolam pendederan petani ikan di Muntilan, Kabupaten Magelang (Jawa Tengah) selama dua minggu. Digunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL), 4 perlakuan kepadatan (200, 400 dan 600 ekor) dengan 3 kali ulangan pada kolam ukuran 2 m² pada sistem akuaponik dan kepadatan 400 sebagai kontrol pada sistem non-akuaponik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat pengaruh kepadatan benih terhadap pertumbuhan kultivan yang menggunakan sistem akuaponik, khususnya terhadap panjang total ikan. Sistem akuaponik juga berpengaruh terhadap perbaikan kualitas air media pendederan ikan nila, khususnya reduksi kandungan ammonia (NH₃).

Kata kunci : akuaponik, kualitas air, nila merah, pendederan

ABSTRACT

The experiment was conducted to acknowledge the effect of seed to the media using aquaponic system and to identify the influence of aquaponic system to the media's water quality of Oreochromis niloticus's fingerling to increase production capacity. The experiment was conducted at fish farmer's fingerling ponds at Muntilan, Magelang (Central Java) for 2 weeks observations. It used completely randomized design, were reared at 200, 400 and 600 fish density with three replications over to 2 m² ponds with aquaponic system and 400 densities as a control to non-aquaponic system. The result of experiment showed that there was an influence of seed's density to kultivan's growth that used aquaponic system, especially to total length of fish. The aquaponic system is also influence the fixing of media water Oreochromis niloticus fingerling, especially the reduction of ammonias (NH₃).

Key words: aquaponic, water quality, red tilapia, fingerling

PENDAHULUAN

Propinsi Jawa Tengah terletak pada 5° 30' LS – 8° 30' LS dan 108° 30' BT - 111° 30' BT dan memiliki topografi alam yang bervariasi, antara lain: waduk, telaga, sungai dan rawa yang terbentuk secara alami ataupun buatan. Potensi yang tersedia ini belum dimanfaatkan secara optimal, terutama untuk kegiatan budidaya. Secara umum, dari tahun ke tahun terjadi fluktuasi produksi perikanan air tawar. Diperkirakan fluktuasi tersebut disebabkan oleh menurunnya pasokan air bagi kolam-kolam ikan milik petani.

Secara umum terjadi permasalahan di bidang budidaya ikan pada lokasi penelitian, yakni:

- Terjadinya "kompetisi" terhadap area luasan budidaya serta penggunaan sumberdaya air.
- Terdapatnya penurunan debit air serta penurunan kualitas lingkungan akibat aktivitas rumah tangga, industri maupun pertanian, menyebabkan penurunan daya dukung lingkungan budidaya perikanan air tawar.
- Belum optimalnya pemanfaatan air kolam untuk memproduksi biota perairan lainnya yang memiliki nilai ekonomi.
- Belum dilaksanakannya paket teknologi yang mampu mengoptimalkan peran perairan kolam budidaya ikan untuk meningkatkan kapasitas produksi kolam.
- Terdapatnya kecenderungan turunnya kapasitas perekonomian masyarakat pembudidaya ikan.

Untuk mengatasinya, aplikasi akuaponik dapat digunakan untuk memecahkan permasalahan-permasalahan tersebut. Secara teknis, sistem akuaponik akan mampu meningkatkan kapasitas

produksi pembudidaya ikan. Hal ini dapat terjadi karena Teknologi akuaponik merupakan gabungan teknologi akuakultur dengan teknologi *hydroponic* dalam satu sistem untuk mengoptimalkan fungsi air dan ruang sebagai media pemeliharaan. Teknologi tersebut telah dilakukan di negara-negara maju, khususnya yang memiliki keterbatasan lahan untuk mengoptimalkan produktifitas biota perairan. Prinsip dasar yang bermanfaat bagi budidaya perairan adalah sisa pakan dan kotoran ikan yang berpotensi memperburuk kualitas air, akan dimanfaatkan sebagai pupuk bagi tanaman air. Pemanfaatan tersebut melalui sistem resirkulasi air kolam yang disalurkan ke media tanaman, yang secara mutualistis juga menyaring air tersebut sehingga saat kembali ke kolam menjadi "bersih" dari anasir ammonia dan mempunyai kondisi yang lebih layak untuk budidaya ikan.

Fungsi resirkulasi pada sistem akuaponik sangat berkaitan erat dengan proses "pencucian" sampah-sampah sisa metabolisme ikan (*faeces*) dan sisa-sisa pakan yang tidak tercerna. Hal ini berkaitan erat dengan siklus nitrogen dan proses nitrifikasi dalam perairan media budidaya ikan.

Tujuan dari kegiatan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui pengaruh kepadatan benih terhadap media yang menggunakan sistem akuaponik.
2. Mengetahui pengaruh sistem akuaponik terhadap kualitas air media pendederan ikan nila.

MATERI DAN METODE

Materi yang digunakan adalah penggelondongan benih ikan nila merah (*Oreochromis* sp) dengan menggunakan teknologi akuaponik. Metode ini menggabungkan antara prinsip-prinsip akuakultur dan hidroponik melalui suatu sistem resirkulasi air.

Variabel peubah yang digunakan adalah variabel kepadatan benih pada kolam sistem akuaponik dan non-akuaponik. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL), 4 perlakuan kepadatan yang berbeda dengan 3 kali ulangan. Kepadatan ikan yang digunakan adalah 200, 400 dan 600 per kolam ukuran 2 m² pada sistem akuaponik dan kepadatan 400 sebagai kontrol pada sistem non-akuaponik. Untuk pengamatan terhadap pengaruh sistem akuaponik, dilakukan pada parameter kualitas air pada kepadatan 400 ekor ikan.

Variabel-variabel yang diamati adalah:

- a. data panjang total ikan nil (sebagai variabel pertumbuhan ikan),
- b. data kelulushidupan (sintasan),
- c. panjang tanaman dan jumlah helai daun (sebagai variabel pertumbuhan tanaman).
- d. data kualitas air media pemeliharaan, meliputi: pH, *Dissolved Oxygen* (Oksigen terlarut dalam perairan), ammonia (NH₃) dan nitrit (NO₂⁻)

Data-data tersebut diamati pada tiap siklus produksi pendederan yaitu per 2 mingguan selama 3 kali ulangan dengan ukuran awal tebar 2-3 cm. Data hasil pengamatan kemudian dilakukan uji statistik meliputi: uji ragam (ANOVA) dan bila berbeda nyata akan dilanjutkan dengan uji pengaruh perlakuan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pendataan produksi ikan sebelum diberlakukan sistem akuaponik adalah, sbb:

- a. Pertumbuhan biomassa mutlak rata-rata akhir gelondongan Nila Merah sebesar 12,7 gram dengan ukuran 10,13 cm pada waktu pemeliharaan sekitar 2 bulan
- b. Sintasan (kelangsungan hidup) rata-rata gelondongan sebesar 84%
- c. Kualitas air tercatat rata-rata:
 - a. Ammonia: 0,726 ppm
 - b. Nitrit : tidak terdeteksi
 - c. DO: 4,14
 - d. pH: 7,6
 - e. Suhu : 29,3°C (suhu diukur pada waktu sampling 11.30-14.30 WIB)
- d. Benih yang dihasilkan tidak jarang terkena infeksi jamur.
- e. Tidak ada nilai tambah produksi dari sumbangan sektor tanaman
- f. Relatif menggunakan banyak sumberdaya air dan *land-use*.

Data-data hasil penelitian dapat dilihat pada tabel 1 s.d 10 berikut:

Tabel 1. Data Panjang Total Ikan (cm)

	Kepadatan	Ulangan			rerata
		1	2	3	
Akuaponik	200	5,6	5,8	5,6	5,67
	400	5,2	5,6	5,4	5,40
	600	5,1	5,2	5,2	5,17
non-Akuaponik	400	5,2	5,4	5,4	5,33

Ket: Panjang awal 2-3 cm

Tabel 2. Data Sintasan Ikan (%)

	Kepadatan	Ulangan			rerata
		1	2	3	
Akuaponik	200	99	93	98,5	96,83
	400	99,75	100	97,25	99,00
	600	99,67	99,83	98,67	99,39
non-Akuaponik	400	99	97	96,5	97,50

Tabel 3. Data Panjang Tanaman (cm)

	Kepadatan	Ulangan			rerata
		1	2	3	
Akuaponik	200	24	23	24	23,67
	400	25	22	24	23,67
	600	24	20	24	22,67
non-Akuaponik	400	0	0	0	0,00

Ket: Panjang awal 5-7 cm

Tabel 4. Data Jumlah Helai Daun Tanaman

	Kepadatan	Ulangan			rerata
		1	2	3	
Akuaponik	200	14	15	15	14,67
	400	15	14	16	15,00
	600	14	14	16	14,67
non-Akuaponik	400	0	0	0	0,00

Keterangan: Jumlah awal 7-8 helai

Tabel 5. Data Kualitas Air

	Kepadatan	pH	NH3	DO	NO2
Akuaponik	200	6,93	0,13	4,20	0,00
	400	7,07	0,11	4,07	0,00
	600	7,20	0,20	3,83	0,00
non-Akuaponik	400	7,13	0,22	3,87	0,00

Pengamatan hasil dan pembahasan dilakukan tiap jangka waktu 2 (dua) minggu. Kegiatan pendederan ikan air tawar dalam waktu ini dirasakan sudah cukup untuk menunjukkan hasil yang nyata untuk parameter biologis ikan (Waynarovich and Horvath, 1980). Berdasarkan pengamatan lapangan pada lokasi penelitian, benih nila ukuran 2-3 cm jika ditebar pada sawah dengan kepadatan 25 ekor/meter² selama 14 hari akan berkembang menjadi ukuran 3 – 4 cm (komunikasi pribadi, 2010). Hal tersebut berarti, waktu pengamatan selama 14 hari dirasakan cukup untuk menggambarkan parameter biologis ikan.

Parameter biologis pertumbuhan ikan teramati adalah: panjang total ikan nila (sebagai variabel pertumbuhan ikan), data kelulushidupan (sintasan), panjang tanaman dan jumlah helai daun (sebagai variabel pertumbuhan tanaman). Kualitas air media budidaya juga memegang faktor penting untuk menunjang kapasitas produksi budidaya pendederan ikan terkait dengan sistem akuaponik. Data kualitas air media pemeliharaan, meliputi: pH,

Dissolved Oxygen (Oksigen terlarut dalam perairan), ammonia (NH₃) dan nitrit (NO₂⁻).

a. Panjang Total Ikan

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa panjang total ikan tertinggi tercapai pada perlakuan kepadatan 200 ekor yaitu sebesar rata-rata sebesar 5,667 cm disusul kepadatan 400 ekor sebesar 5,4 cm dan terendah pada perlakuan kepadatan 600 yaitu sebesar 5,167 cm. Hasil perhitungan analisis ragam menunjukkan bahwa perbedaan kepadatan pada level 5% berpengaruh nyata terhadap peningkatan panjang total ikan nila (P<0,05). Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Mangampa, dkk (2008), yang menyatakan bahwa semakin besar kepadatan ikan yang kita berikan, akan semakin kecil laju pertumbuhan per individu. Dengan kepadatan rendah ikan mempunyai kemampuan memanfaatkan makanan dengan baik dibandingkan dengan kepadatan yang cukup tinggi, karena makanan merupakan faktor luar yang mempunyai peranan di dalam pertumbuhan (Syahid dkk, 2006).

Kepadatan atau kerapatan tebar benih ikan yang dibudidayakan harus disesuaikan dengan standar atau tingkatan budidaya. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa fungsi sistem akuaponik mampu menunjang kegiatan pendederan sebagaimana standar kepadatan tebar sistem budidaya normal. Peningkatan kepadatan akan menyebabkan daya dukung kehidupan ikan per individu menurun. Kepadatan yang terlalu tinggi (*overstocking*) akan meningkatkan kompetisi pakan, ikan mudah stress dan akhirnya akan menurunkan konversi pakan dan kecepatan pertumbuhan (Tacon, 1987). Kepadatan 200 ekor per kolam ukuran 2 meter persegi atau 100 ekor/m² dapat digunakan untuk menghasilkan pertumbuhan yang optimal dalam sistem akuaponik.

b. Sintasan Ikan

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa sintasan ikan tertinggi tercapai pada perlakuan kepadatan 600 ekor yaitu sebesar rata-rata sebesar 99,39 % disusul kepadatan 400 ekor sebesar 99 % dan terendah pada perlakuan kepadatan 200 yaitu sebesar 96,83 %. Hasil perhitungan analisis ragam menunjukkan bahwa perbedaan kepadatan pada level 5% tidak berpengaruh secara nyata terhadap sintasan ikan nila (P>0,05).

Hasil pengamatan tersebut menunjukkan bahwa pada sistem akuaponik, faktor kepadatan tebar tidak berpengaruh terhadap sintasan benih ikan nila. Hal ini berarti pada ketiga kepadatan (200, 400 dan 600) masih layak untuk dikembangkan dalam pendederan ikan nila sistem akuaponik. Tingkat kelulushidupan benih ikan nila ini dianggap telah cukup memadai dan menyiratkan kepadatan, jumlah

dan jenis pakan yang diberikan, frekuensi pemberian pakan serta kontrol terhadap parasit dan penyakit pada sistem akuaponik telah berjalan secara optimal (Jangkaru *dkk*, 1991).

c. Panjang Tanaman Kangkung Air

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa panjang tanaman kangkung air relatif sama untuk tiap-tiap kepadatan dengan rata-rata sebesar 23,33 cm. Hasil perhitungan analisis ragam menunjukkan bahwa perbedaan kepadatan ikan pada level 5% tidak berpengaruh secara nyata terhadap pertumbuhan tanaman, yaitu panjang tanaman kangkung air ($P>0,05$).

Hasil pengamatan tersebut menunjukkan bahwa pada sistem akuaponik, faktor kepadatan tebar tidak berpengaruh terhadap pertumbuhan panjang tanaman kangkung air. Hal ini berarti pada ketiga kepadatan (200, 400 dan 600) masih layak untuk pertumbuhan tanaman air -dalam hal ini panjang tanaman kangkung air- dalam sistem akuaponik.

d. Jumlah Helai Daun Tanaman Kangkung Air

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa jumlah helai daun tanaman kangkung air relatif sama untuk tiap-tiap kepadatan dengan rata-rata sebesar 14,78 cm. Hasil perhitungan analisis ragam menunjukkan bahwa perbedaan kepadatan ikan pada level 5% tidak berpengaruh secara nyata terhadap pertumbuhan tanaman, yaitu jumlah helai daun tanaman kangkung air ($P>0,05$).

Hasil pengamatan tersebut menunjukkan bahwa pada sistem akuaponik, faktor kepadatan tebar tidak berpengaruh terhadap pertumbuhan jumlah helai daun tanaman kangkung air. Hal ini berarti pada ketiga kepadatan (200, 400 dan 600) masih layak untuk pertumbuhan tanaman air -dalam hal ini jumlah helai daun tanaman kangkung air- dalam sistem akuaponik.

Panjang tanaman dan jumlah helai daun merupakan parameter pertumbuhan tanaman kangkung air (*Ipomoea reptans*) (Adiwidjaja, Rahmat, *dkk.*, 1997). Dalam sistem akuaponik, efektifitas sistem juga diindikasikan dengan keberhasilan pertumbuhan tanaman air. Sistem ini memungkinkan tanaman tumbuh dengan memanfaatkan unsur-unsur limbah budidaya ikan yaitu ammonia yang berasal dari sisa pakan yang tidak tercerna dan sisa metabolisme ikan (*faeces*).

Ammonia dalam bentuk NH_3 ataupun ammonium (NH_4^+) merupakan senyawa yang mengandung unsur nitrogen (N_2). Nitrogen adalah unsur yang sangat penting bagi pertumbuhan tanaman karena merupakan bagian penting dari protoplasma, enzim, agen katalis biologis yang berfungsi mempercepat proses kehidupan. Dalam rangka untuk menyiapkan makanan untuk tanaman,

tanaman juga memerlukan peranan nitrogen. Peranan nitrogen secara khusus pada tanaman adalah berperan dalam: pertumbuhan vegetatif tanaman, memberikan warna pada tanaman, panjang umur tanaman, penggunaan karbohidrat, dan lain-lain (Zailani, Kadir, *dkk*, 1993).

Berdasarkan hasil pengamatan dalam sistem akuaponik, perlakuan pada ketiga kepadatan benih ikan nila (200, 400 dan 600 ekor) masih layak untuk pertumbuhan tanaman air, yang diindikasikan oleh panjang tanaman serta jumlah helai daun tanaman kangkung air. Kepadatan jumlah tanaman yaitu 9 pot per 1 meter persegi atau berjarak antar pot ± 25 cm juga dirasakan layak untuk pertumbuhan tanaman air. Kerapatan antar tanaman merupakan hal yang patut diperhatikan dalam sistem akuaponik. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Musa (2007) yang menyatakan bahwa kerapatan atau ukuran populasi tanaman sangat penting untuk memperoleh hasil yang optimal, tetapi bisa terjadi persaingan dalam hara, air dan ruang tumbuh serta mengurangi perkembangan tinggi dan kedalaman akar tanaman.

e. Kualitas Air

Parameter kualitas air pada penelitian ini digunakan untuk mengetahui pengaruh sistem akuaponik terhadap kualitas air media pendederan ikan nila dibandingkan dengan sistem normal (non-akuaponik).

1. Ammonia (NH_3)

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa kandungan ammonia (NH_3) dalam media akuaponik lebih rendah dibandingkan media non-akuaponik. Hasil perhitungan analisis ragam menunjukkan bahwa penggunaan sistem akuaponik pada level 5% berpengaruh secara nyata terhadap perbaikan kualitas air media budidaya, yaitu pada penurunan kandungan ammonia (NH_3) ($P<0,01$).

2. pH Air

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa kandungan pH air dalam media akuaponik lebih rendah dibandingkan media non-akuaponik. Meskipun begitu, hasil perhitungan analisis ragam menunjukkan bahwa penggunaan sistem akuaponik pada level 5% tidak berpengaruh secara nyata terhadap kondisi pH air media budidaya ($P>0,05$).

3. Dissolved Oxygen (DO)

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa kandungan DO air dalam media akuaponik lebih tinggi dibandingkan media non-akuaponik. Meskipun begitu, hasil perhitungan analisis ragam menunjukkan bahwa penggunaan sistem akuaponik pada level 5% tidak berpengaruh secara nyata terhadap kondisi DO air media budidaya ($P>0,05$).

4. Nitrit (NO₂⁻)

Hasil pengamatan terhadap parameter kualitas air, yaitu kandungan nitrit (NO₂⁻) dalam air media teramati selama penelitian terlihat seperti pada tabel 10. Dari data tersebut didapatkan data bahwa selama penelitian, nitrit (NO₂⁻) dalam air media tidak terdeteksi, yang berarti sistem akuaponik layak untuk digunakan berdasarkan parameter ini.

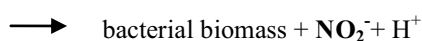
Sistem akuaponik mempunyai prinsip memanfaatkan secara terus menerus air dari pemeliharaan ikan ke tanaman dan sebaliknya dari tanaman ke kolam ikan. Inti dasar dari sistem teknologi ini adalah penyediaan air yang optimum untuk masing-masing komoditas dengan memanfaatkan sistem resirkulasi. Sistem teknologi akuaponik ini muncul sebagai jawaban atas adanya permasalahan semakin sulitnya mendapatkan sumber air yang sesuai untuk budidaya ikan, khususnya di lahan yang sempit, sehingga akuaponik merupakan salah satu teknologi hemat lahan dan air yang dapat dikombinasikan dengan berbagai tanaman sayuran.

Sistem akuaponik tidak dapat dilepaskan dengan proses daur nitrogen dan nitrifikasi dalam media perairan budidaya. Nitrogen didalam perairan dapat berupa nitrogen organik dan nitrogen anorganik. Nitrogen anorganik dapat berupa ammonia (NH₃), ammonium (NH₄⁺), Nitrit (NO₂⁻), Nitrat (NO₃⁻) dan molekul Nitrogen (N₂) dalam bentuk gas. Sedangkan nitrogen organik adalah nitrogen yang berasal bahan berupa protein, asam amino dan urea. Bahan organik yang berasal dari sisa pakan dan *faeces* ikan akan mengalami pembusukan mineral yang terlepas dan utama adalah garam-garam nitrogen (berasal dari asam amino penyusun protein).

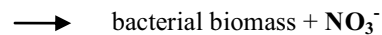
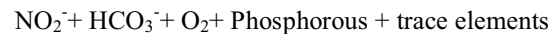
Proses pembusukan tadi mula-mula terbentuk amoniak (NH₃) sebagai hasil perombakan asam amino oleh berbagai jenis bakteri aerob dan anaerob. Pembongkaran itu akan menghasilkan suatu gas CO₂ bebas, menurut persamaan reaksinya adalah :



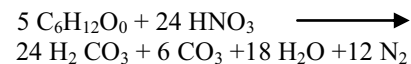
Bila keadaan perairan semakin buruk, sehingga O₂ dalam air sampai habis, maka secara perlahan proses pembongkaran bahan organik akan diambil oleh bakteri lain yang terkenal ialah *Nitrosomonas* menjadi senyawa nitrit. Reaksi tersebut sebagai berikut



Bila perairan tersebut cukup mengandung kation-kation maka asam nitrit yang terbentuk itu dengan segera dapat dirubah menjadi garam-garam nitrit, oleh bakteri *Nitrobacter*, garam-garam nitrit itu selanjutnya dikerjakan lebih lanjut menjadi garam-garam nitrat, reaksinya sebagai berikut:



Garam-garam nitrit itu penting sebagai mineral yang diasimilasikan oleh tumbuh-tumbuhan hijau untuk menyusun asam amino kembali dalam tubuhnya, untuk membentuk protoplasma itu selanjutnya tergantung pada nitrit, fitoplankton itu selanjutnya menjadi bahan makanan bagi organisme yang lebih tinggi. Nitrit tersebut pada suatu saat dapat dibongkar lebih lanjut oleh bakteri denitrifikasi (yang terkenal yaitu *Micrococcus denitrifikan*), bakterium nitroxus menjadi nitrogen-nitrogen bebas, reaksinya sebagai berikut:



Bila kadar NH₃ hasil pembongkaran bahan organik di dalam air terdapat dalam jumlah besar, yang disebabkan proses pembongkaran protein terhenti sehingga tidak terbentuk nitrat sebagai hasil akhir, maka air tersebut disebut "sedang mengalami pengotoran (*Pollution*)" (Metcalf dan Eddy, 1991).

Pengotoran atau polusi pada media air budidaya inilah yang kemudian melalui sistem sirkulasi akan di'cuci' ke dalam tanaman dan dimanfaatkan oleh akar-akar sebagai pupuk alami bagi pertumbuhan tanaman air. Air hasil 'tangkap' tersebut akan menjadi 'bersih' dan dapat dimanfaatkan kembali sebagai media akuakultur melalui proses akuaponik.

Ammonia (NH₃) merupakan polutan langsung dari kegiatan budidaya ikan. Keberadaan sistem akuaponik, sesuai hasil penelitian ternyata mampu memberikan perbaikan kualitas air melalui reduksi kandungan ammonia. Parameter-parameter kualitas air lain seperti pH, DO dan nitrit menunjukkan hasil yang tidak berpengaruh secara nyata. Hal ini diduga karena kondisi media perairan budidaya masih dalam kondisi yang ideal pada sistem pendederan normal, sehingga pada sistem akuaponik tidak menunjukkan perbedaan perbaikan kondisi media secara nyata.

KESIMPULAN

- a. Terdapat pengaruh kepadatan benih terhadap pertumbuhan kultivan yang menggunakan

- sistem akuaponik, khususnya terhadap panjang total ikan.
- b. Sistem akuaponik berpengaruh terhadap perbaikan kualitas air media pendederan ikan nila, khususnya kandungan ammonia (NH₃).

DAFTAR PUSTAKA

- Adiwidjaja, Rahmat, dkk. (1997). *Pengaruh Jenis dan Dosis Pupuk Kandang terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kangkung Darat (Ipomoeae reptans) kultivar sutera pada Inceptisol*. Laporan Penelitian Lembaga Penelitian Universitas Padjadjaran Fakultas Pertanian UNPAD.
- Jangkaru, Z., A.Widiyati, A. Hardjamulia, F. Sukadi, N. Suhenda, P. Yuliati, Surisno, P. Taufik dan Y. P. Haryani. 1991. *Petunjuk Teknis Budidaya Ikan Nila*. Puslitbang Perikanan, Badan Litbang Pertanian.
- Metcalfe dan Eddy. 1991. *Wastewater Engineering Treatment Disposal Reuse*. McGraw-Hill Book Co, Singapore.
- Musa Y., Nasaruddin, M.A. Kuruseng, 2007. *Evaluasi Produktivitas Jagung Melalui Pengelolaan Populasi Tanaman, Pengolahan Tanah, dan Dosis Pemupukan*. Agrisistem 3 (1): 21 – 3.3
- Syahid, M. Subhan, A. dan Armando, R. 2006. *Budidaya Udang Organik secara Polikultur*. Penebar Swadaya: Jakarta.
- Tacon A. G. J. 1987. *The Nutrition and Feeding of Farmed Fish and Shrimp*. A Training Manual Food and Aquaculture Organization of United Nation Brazilia Brazil.
- Waynarovich, E. and L. Horvarth. 1980. *The Artificial Propagation of Warm Water Fin Fishes – a Manual for Extension*. FAO Fish Tech. Pap. (201) : 183 p.
- Zailani, Kadir, dkk. (1993). *Estimasi Penggunaan Pupuk Urea pada Percobaan Penanaman Kangkung Darat (Ipomoea reptans POIR) di Kecamatan Darussalam Kabupaten Aceh Besar*. Laporan Penelitian. Universitas Syiah Kuala Darussalam Banda Aceh.