

Studi pola aliran pada tangki aquaponik dengan isian media filter hidroton

by Wara Dyah Pita Rengga

Submission date: 20-May-2018 12:17PM (UTC+0700)

Submission ID: 966103650

File name: Junal_kompetensi_Kimia_9_1_2017.pdf (1.04M)

Word count: 2316

Character count: 13771

Studi pola aliran pada tangki aquaponik dengan isian media filter hidroton

Haniif Prasetiawan¹, Wara Dyah Pita Rengga², dan Anwaruddin Hisyam³

¹⁰ ^{1,2}Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang
³Faculty of Chemical and Natural Resources Engineering, Universiti Malaysia Pahang, Lebuhraya Tun Razak, 26300, Kuantan, Pahang Darul Makmur, Malaysia
haniif.prasetiawan@mail.unnes.ac.id

Abstrak : Pada daerah dengan keterbatasan sumber daya air, aquaponik merupakan solusi yang paling tepat sebagai metode untuk bercocok tanam. Aquaponik adalah penggabungan dua sistem yaitu akuakultur dengan hidroponik. Pada sistem ini, ikan pada akuakultur akan mendapatkan air bersih yang telah melalui proses filtrasi pada sistem hidroponik, sedangkan sistem hidroponik akan mendapatkan nutrisi yang dibutuhkan oleh tanaman dari hasil ekskresi ikan pada akuakultur. Aquaponik dapat disimpulkan sebagai sistem mutualisme bagi tumbuhan, hewan, dan mikroorganisme yang mengadaptasi proses sirkulasi di alam. Untuk membuat sistem aquaponik yang optimal maka kebutuhan hidrotan yang tepat pada tangki aquaponik perlu di perhitungkan. Simulasi tangki aquaponik dengan isian hidrotan dilakukan dengan menggunakan model turbulen k-epsilon. Hidrotan sebagai media filter pada tangki dimodelkan sebagai porous zone dengan mendeskripsikan permeabilitas dan koefisien inertial loss dari hidrotan tersebut. Simulasi dilakukan dengan menggunakan beberapa variasi yaitu simulasi aliran pada tangki tanpa hidrotan, dan tangki dengan isian hidrotan sebanyak 10%, 20%, 30%, 40%, dan 50% volume total tangki. Dari hasil simulasi ini diperoleh bahwa Tangki aquaponik dengan isian hidrotan sebanyak 40% v/v dengan kecepatan rata-rata sebesar 1,2917 m/s.

Kata Kunci: aquaponik, simulasi, hidrotan, porous zone

1. Pendahuluan

Aquaponik merupakan sistem terintegrasi antara hidroponik dengan aquasistem. Aquaponik memiliki beberapa keuntungan diantaranya adalah sistem ini sangat *sustainable*, menggunakan jumlah air yang sangat sedikit dibandingkan cara bercocok tanam konvensional dengan perbandingan 1/10, mengurangi penggunaan pupuk yang tidak ramah lingkungan, pestisida dan herbisida dan dapat meningkatkan ketersediaan produk dari tanaman (Yen & Chou, 2016). Pada sistem aquaponik, tanaman hidroponik juga dapat digunakan untuk mengontrol limbah dari kotoran ikan yang hidup di dalam aquasistem sehingga dapat mengurangi jumlah penggunaan air bersih (Lennard *et al.*, 2006).

Ada tiga buah jenis aquaponik sistem yang sering dijumpai berdasarkan media pertumbuhan yang digunakan yaitu *nutrient film technique* (NFT), *floating-raft* (kultur untuk air yang cukup tinggi) dan *media-filled* (pengisian dan pengosongan) (Engle, 2015). Dari ketiga jenis sistem

tersebut, metode *media-filled* selain dapat digunakan untuk membudidayakan tanaman hidroponik namun juga dapat dipakai dalam menanam tanaman hortikultura. Pada sistem ini biasanya media tanam yang digunakan dapat berupa sabut kelapa, pasir, kerikil atau batu – batuan. Salah satu media tanam yang dapat digunakan sebagai penyaring limbah kotoran ikan adalah hidrotan (Wongkiew *et al.*, 2017).

Sistem *media-filled* adalah sistem aquaponik yang paling sederhana karena tidak memerlukan bio-filter. Pada sistem ini sudah ada media hidrotan dapat digunakan untuk proses nitrifikasi sebagai sumber nitrogen bagi tanaman (Zhou *et al.*, 2016). Sistem ini cocok untuk budidaya sistem hortikultura karena memiliki *Bell-siphon*. *Bell-siphon* merupakan salah satu bagian dari aquaponik sistem *media-filled* yang dapat berfungsi sebagai proses pengisian dan pengosongan air untuk menyediakan oksigen kepada akar tanaman. (Bernstein, 2011). *Bell-siphon* ini cukup bergantung pada kecepatan aliran

air yang digunakan pada sistem aquaponik agar dapat berjalan dengan baik.

Pada artikel ini akan dilakukan simulasi mengenai pola aliran air pada sistem aquaponik dengan sistem *media filled* yang menggunakan *Bell-siphon* serta media filter berupa hidrotan. Simulasi pola aliran ini akan mempelajari profil kecepatan pada bagian *inlet* dan *outlet* pada tangki aquaponik.

2. Metode Penelitian

Simulasi tangki aquaponik pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan software ANSYS R.15. Tangki yang digunakan di dalam simulasi memiliki dimensi yang sama dengan tangki yang digunakan pada eksperimen laboratorium. Tahapan – tahapan penelitian ini adalah pembuatan gambar desain tangki menggunakan *design modeler*, *meshing*, simulasi menggunakan FLUENT, dan *post processing* menggunakan CFD-Post.

2.1. Design Modeler

Sistem aquaponik yang telah dibangun, direpresentasikan dengan sebuah gambar model seperti ditunjukkan pada Gambar 1.

Tangki ini merupakan tempat untuk meletakkan media pengisi hidrotan serta tanaman yang akan dikembangkan dalam sistem aquaponik. Dimensi tangki yang digunakan adalah panjang 60 cm, lebar

30 cm dan tinggi 20 cm. Pada Gambar 1 dapat dilihat bahwa tangki terbagi menjadi 2 bagian antara atas dan bawah. Hal ini menunjukkan bahwa satu bagian akan dimodelkan sebagai *porous media* karena berisi hidrotan sedangkan satu bagian yang lain akan diisi oleh media air.

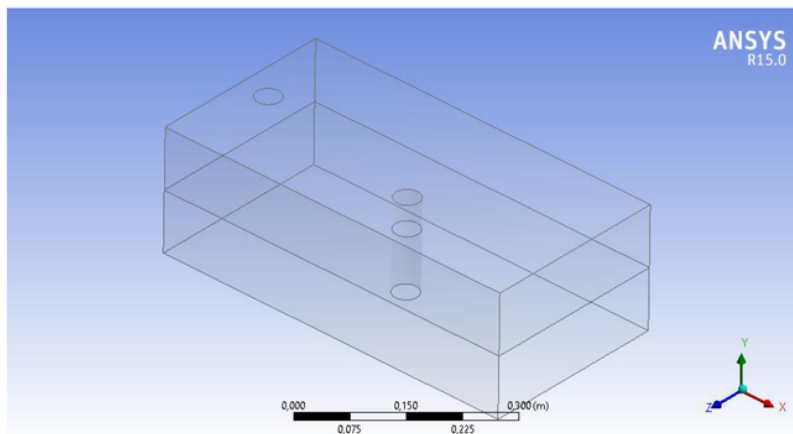
Pada penelitian ini, digunakan 6 jenis tangki dimana tangki pertama merupakan tangki kosong tanpa ada hidrotan, tangki ke-2 hingga tangki ke-6 akan diisi hidrotan dengan % volume yang berbeda dengan kisaran antara 10% hingga 50%.

2.2. Meshing

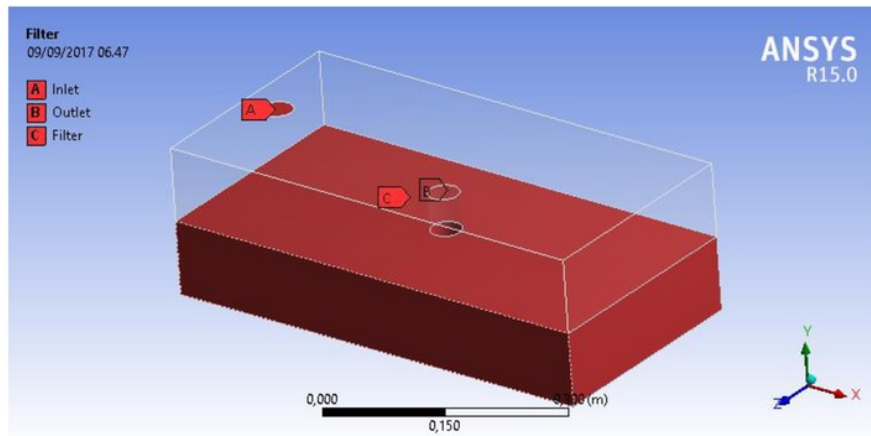
Metode *meshing* yang digunakan adalah CFD *Fluent*, dengan tingkat *fine relevance center* dan *high smoothing level*. Hasil *meshing* ini menghasilkan gambar dengan jumlah *node* sebanyak 41.829 dengan jumlah elemen 120.963.

2.3. Process Simulation

Simulasi pola aliran pada tangki aquaponik ini menggunakan model $k-\epsilon$ sebagai model turbulensi. Model ini paling banyak digunakan dalam memodelkan proses aliran turbulen karena parameter yang harus diestimasi pada model ini jumlahnya paling sedikit. Selain model turbulensi, pada simulasi ini juga digunakan model *porous zone* karena penambahan hidrotan pada tangki aquaponik dapat didekati dengan model tangki berpori.



Gambar 1. Model sistem aquaponik dengan media pengisi hidrotan



Gambar 2. Meshing sistem aquaponik dengan media pegisi hidroton

Pada permodelan *porous zone* maka perlu ditambahkan informasi tambahan pada *zone porous*. Informasi tambahan tersebut adalah permabilitas (α) dan *inertial loss coefficient* (C_2) yang dimiliki oleh hidroton. Rumus yang digunakan untuk menentukan α dan C_2 adalah sebagai berikut:

$$\alpha = \frac{D_p^2 \varepsilon^3}{150(1-\varepsilon)} \quad (1)$$

$$C_2 = \frac{3.5(1-\varepsilon)}{D_p \varepsilon^3} \quad (2)$$

dimana

D_p : Diameter hidroton rata – rata

ε : porositas hidroton

Dari hasil perhitungan, diperoleh angka α dan C_2 sebesar 533.333,3 dan 233,33.

2.4. Post Processing

Pengambilan data hasil simulasi dilakukan menggunakan dua metode. Metode pertama dilakukan pada *software FLUENT* secara langsung untuk mengambil data kecepatan rata-rata pada *outlet* tangki, nilai k dan ε serta *turbulent viscosity* dan *cell Reynold Number*. Sedangkan metode kedua dilakukan pada CFD-Post untuk menyajikan gambar pola

aliran dari *inlet* menuju *outlet* serta *sampling data* pada beberapa titik di bagian *inlet* dan *outlet* pada tangki.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Pengaruh Penggunaan Hidroton Pada Pola Aliran dalam Tangki Aquaponik

Hasil simulasi tangki aquaponik telah dilakukan menggunakan perangkat lunak ANSYS FLUENT R.15. Pada simulasi ini didapatkan beberapa parameter untuk melihat pola aliran di dalam tangki aquaponik. Parameter-parameter tersebut adalah kecepatan aliran rata-rata pada *outlet* tangki (v_{out}), energi kinetik turbulen (k), laju disipasi (ε), viskositas turbulen (μ) dan *Reynold Number* (Re) pada outlet tangki aquaponik. Hasil simulasi yang telah diperoleh, dapat dilihat pada Tabel 1.

Simulasi dilakukan untuk 6 jenis kondisi yang berbeda, dimana Run 1 adalah simulasi tangki aquaponik tanpa adanya hidroton sebagai media filter sedangkan Run 2 hingga 6 adalah simulasi tangki aquaponik dengan jumlah aquaponik sebanyak 10%, 20%, 30%, 40%, dan 50% volume dari total volume tangki.

Tabel 1. Hasil analisa polas alir pada tangki aquaponik

Run	$v_{out}(m/s)$	$k(m^2/s^2)$	$\varepsilon(m^2/s^3)$	$\mu(kg/m.s)$	Re
1	1,1039	0,2734	5,1779	9,3349E-4	5,3953
2	1,2197	0,1555	3,3414	0,3201	14,3990
3	1,2817	0,0710	1,5839	0,1427	38,8428
4	1,2802	0,0564	1,2343	0,1067	52,6197
5	1,2917	0,0515	1,1404	0,0907	58,5961
6	1,2897	0,0524	1,3120	0,0859	74,7578

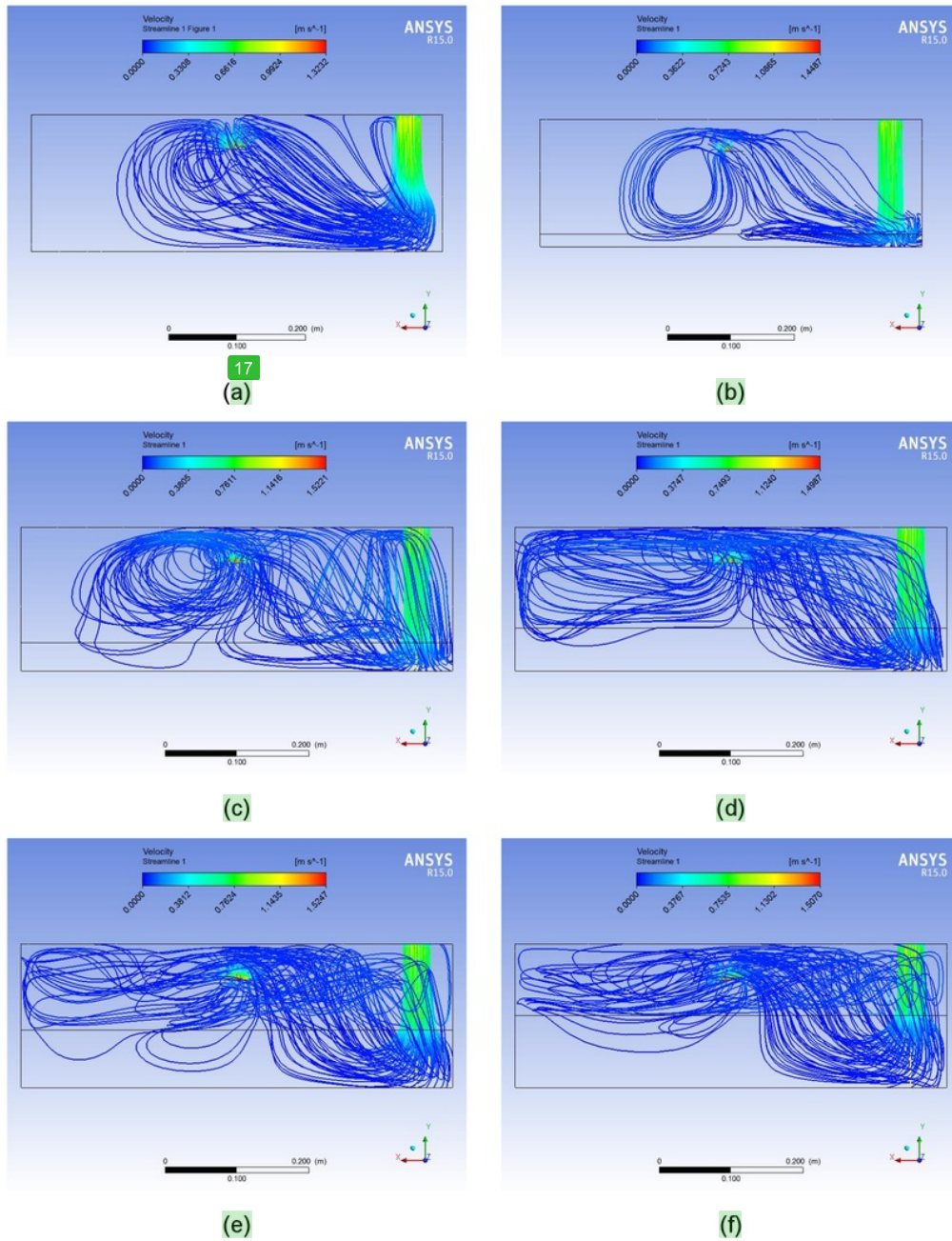
Pada Tabel 1 dapat dilihat bahwa tangki aquaponik dengan hidroponik sebanyak 40% memiliki v_{out} yang paling tinggi, sedangkan v_{out} terendah didapat pada tangki aquaponik yang tidak diisi dengan hidroton. Secara keseluruhan, penggunaan hidroton sebanyak 20%-50% tidak terlalu berpengaruh pada v_{out} . Pada kisaran jumlah hidroton tersebut, perubahan v_{out} yang tertinggi adalah sekitar 0,78%. Sedangkan peningkatan paling signifikan dapat dilihat pada penambahan hidroton 10% hingga 20% dimana v_{out} mengalami peningkatan sebesar 5,1%. Dari hasil tersebut, dapat dipertimbangkan penggunaan hidroton 20% pada tangki aquaponik untuk dapat menghasilkan v_{out} yang paling optimal.

Pada simulasi ini digunakan model turbulen k- ε , karena model ini merupakan model aliran turbulen yang paling sederhana dibandingkan dengan model turbulensi yang lain. Nilai k- ε menunjukkan seberapa besar turbulensi pada suatu sistem. Pada Tabel 1 dapat dilihat bahwa nilai k dan ε semakin menurun searah dengan bertambahnya jumlah hidroton yang digunakan pada tangki aquaponik. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan hidroton pada aquaponik dapat mengurangi turbulensi pada sistem aquaponik tersebut (Savli, 2012). Nilai k dan ε yang tertinggi dapat

dilihat pada tangki aquaponik tanpa hidroton.

Viskositas turbulen dan *cell Reynold Number* adalah dua sifat aliran fluida yang menentukan turbulensi suatu aliran. Viskositas turbulensi akan mempengaruhi kecepatan suatu aliran dan proses perpindahan panas. Viskositas turbulen Juga mempengaruhi *cell Reynold Number* dimana semakin rendah *turbulent viscosity* maka akan meningkatkan nilai *cell Reynold Number*. Prinos *et al.* (2003) dalam penelitiannya juga membuktikan bahwa nilai *Reynold Number* suatu aliran pada media berpori akan semakin meningkat seiring dengan bertambahnya ketinggian atau panjang dari media berpori tersebut.

Pola aliran air pada tangki aquaponik dengan jumlah hidroton yang berbeda dapat dilihat pada Gambar 3. Pada Gambar 3(a) dapat dilihat bahwa waktu tinggal aliran di dalam tangki sangat singkat. Pada gambar tersebut, aliran yang keluar melalui *inlet* akan segera keluar melalui *outlet* pada tangki. Sedangkan pada Gambar 3 (b) – (f) dapat dilihat bahwa aliran air yang masuk ke dalam tangki akan memasuki zona filter yang terisi hidroton terlebih dahulu lalu kemudian bergerak mengisi ruangan kosong pada tangki sebelum keluar melalui *outlet* tangki aquaponik.



Gambar 3. Profil aliran air pada tangki aqua ponik (a) tanpa hidroton; dengan hidroton (b) 10%; (c) 20%; (d) 30%; (e) 40% dan (f) 50%

3.2. Pengaruh Penggunaan Hidroton Terhadap Profil Kecepatan Aliran pada *Inlet* Tangki Aquaponik

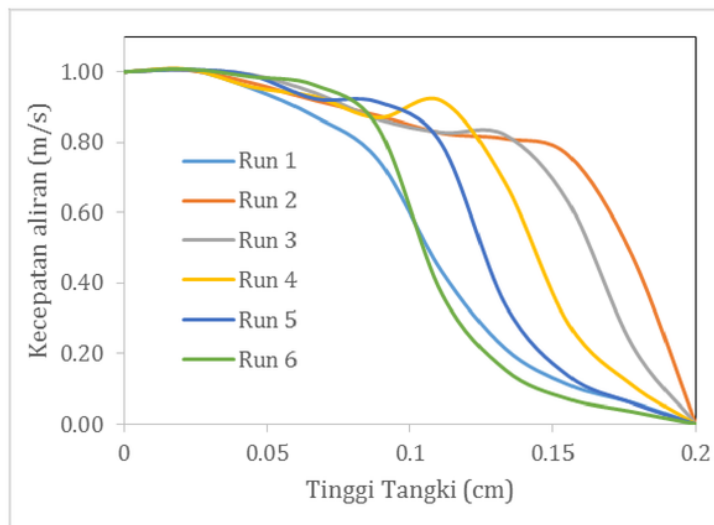
Pada penelitian ini dilakukan pengamatan terhadap kecepatan aliran terhadap jarak antara posisi *inlet* dengan bagian dasar tangki. Secara teoritis, penambahan hidroton akan mengkondisikan tangki aquaponik sebagai tangki berpori. Pada umumnya tangki berpori digunakan untuk menstabilkan aliran yang pada mulanya berupa aliran turbulen menjadi aliran laminer. Hasil pengamatan kecepatan aliran pada tangki aquaponik terhadap jarak inlet dengan dasar tangki dapat dilihat pada Gambar 4. Profil kecepatan aliran air pada *outlet* tangki memiliki kesamaan dengan hasil penelitian dari Philip *et al.* (2014) dimana dengan bertambahnya jumlah *porous media* maka kecepatan aliran akan menjadi semakin kecil.

Gambar 4. menunjukkan kecepatan aliran secara vertikal terhadap tinggi tangki dimana basis ketinggian 0 cm adalah berada pada bagian *inlet*, sedangkan 0,2 cm adalah pada bagian dasar tangki. Pada Run 1 dapat dilihat bahwa

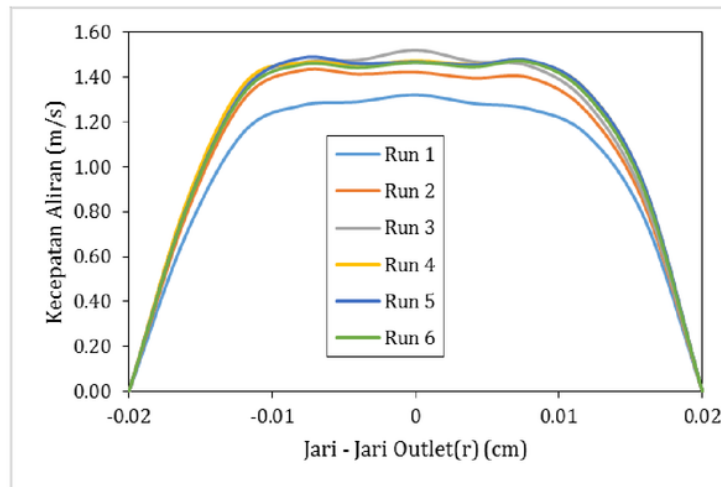
penurunan kecepatan terjadi secara eksponensial dan terlihat cukup natural karena tidak ada hidroton pada tangki tersebut. Pada Run 2 hingga Run 6 dapat dilihat bahwa kecepatan aliran hingga ketinggian 0,05 dari *inlet* masih memiliki kecepatan yang sama dan mulai mengalami penurunan pada ketinggian tertentu sesuai dengan posisi ketinggian hidroton.

3.3. Pengaruh Penggunaan Hidroton Terhadap Profil Kecepatan Aliran pada *Outlet* Tangki Aquaponik

Kecepatan aliran pada *outlet* dipengaruhi oleh tipe aliran pada tangki, semakin turbulen aliran di dalam tangki maka kecepatan aliran pada *outlet* tangki akan semakin besar. Profil kecepatan aliran pada *outlet* tangki sebagai fungsi jari-jari *outlet* dapat dilihat pada Gambar 5. Pada Gambar 5 dapat dilihat bahwa pada $r = 0$ memiliki kecepatan aliran paling tinggi pada setiap variabel jumlah *porous media* yang digunakan. Hal ini sesuai dengan teori aliran laminer klasik seperti pada penelitian yang dilakukan oleh Molki *et al.* (2013).



Gambar 4. Profil kecepatan aliran air pada tangki aquaponik terhadap tinggi tangki



Gambar 5. Profil kecepatan aliran pada outlet tangki sebagai fungsi jari – jari outlet

Pada Gambar 5 tangki aquaponik tanpa hidrotan memiliki aliran dengan kecepatan pusat yang paling rendah, sedangkan kecepatan pusat tertinggi diperoleh dari tangki aquaponik dengan jumlah hidrotan sebanyak 20%. Meskipun aliran dengan hidrotan 20% memiliki kecepatan pusat tertinggi, akan tetapi kecepatan rata-rata yang dimiliki hanya 1,2817 m/s. Sehingga sebagai acuan untuk penggunaan hidrotan pada tangki aquaponik, akan tetap menggunakan hidrotan dengan jumlah 40% v/v.

4. Penutup

Simulasi pola aliran dalam tangki aquaponik telah berhasil dilakukan dengan menggunakan software ANSYS. Dari hasil penelitian ini diperoleh bahwa kecepatan rata-rata pada outlet tangki yang paling tinggi didapat pada tangki aquaponik dengan isian bahan media filter hidrotan sebanyak 40% dengan kecepatan rata-rata sebesar 1,2917. Penambahan hidrotan pada tangki aquaponik menurunkan nilai k dan ϵ pada model aliran turbulen. Pada eksperimen pembuatan tangki aquaponik, akan digunakan hidrotan sebanyak 40% dari volume total tangki untuk dapat mengoptimalkan kecepatan outlet aliran pada tangki sehingga optimalisasi penggunaan hidrotan dapat dilakukan.

5. Daftar Pustaka

- 8 Bernstein, S. 2011. *Aquaponic Gardening: A Step-by-Step Guide to Raising Vegetable and Fish Together*. New Society Publishers, Gabriola, Canada.
- 13 Engle, C.R. 2015. *Economics of Aquaponics*. SRAC Publication Regional Aquaculture Center.
- 2 Lennard W. A., Leonard, B. V. 2016. *A comparison of three different hydroponic sub-systems (gravel bed, floating and nutrient film technique) in an Aquaponic test system*. *Aquaculture International*. 14:539-550.
- 5 Molki, A., Khezzar, L., Goharzadeh, A. 2013. *Measurement of fluid velocity development in laminar pipe flow using laser Doppler velocimetry*. *European Journal of Physics*. 34:1127-1134.
- Philip, M., Rajkumar, M. R., Veruggopal, G. 2014. *Numerical Simulation of Laminar Flow Through Rectangular Duct Filled with Discrete Porous Media*. *International Journal of Scientific & Engineering Research*. 5(7):901-904.
- 12 Prinos, P., Sofialidis, D., Keramaris, E. 2003. *Turbulent Flow Over and Within a Porous Bed*. 129(9):720-733.

4
Wongkiew, S., Hu, Z., Chandran, K., Lee, J. W., Khanal, S. K. 2017. *Nitrogen transformations in aquaponic systems: A review*. *Aquacultural Engineering*. 76:9-19.

7
Yen, H. S., Chou, J. H. 2016. *Water purification by oyster shell bio-medium in a recirculating aquaponic system*. *Ecological Engineering*. 95: 229-236.

3
Zou, Y., Hu, Z., Zhang, J., Xie, H., Guimbaud, C., Fang, Y. 2016. *Effects of pH on nitrogen transformations in media-based aquaponics*. *Bioresources Technology*. 210: 81-87.

Studi pola aliran pada tangki aquaponik dengan isian media filter hidroton

ORIGINALITY REPORT

15%

SIMILARITY INDEX

9%

INTERNET SOURCES

11%

PUBLICATIONS

9%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	Heru Nurcahyo. "FORMULASI MINYAK ATSIRI DAUN JERUK PURUT (<i>Citrus hystrix</i> D.C.) SEBAGAI SEDIAAN AROMATERAPI", PSEJ (Pancasakti Science Education Journal), 2016 Publication	2%
2	digitalcommons.unl.edu Internet Source	1%
3	Submitted to University of Queensland Student Paper	1%
4	Submitted to University of Sheffield Student Paper	1%
5	Submitted to University of Greenwich Student Paper	1%
6	repository.usu.ac.id Internet Source	1%
7	Submitted to Adelphi University Student Paper	1%

Submitted to Bridgepoint Education

8

Student Paper

1%

9

Submitted to College of Engineering
Trivandrum

Student Paper

1%

10

Bayu Triwibowo, Haniif Prasetiawan,
Anwaruddin Hisyam, Mohammad Fariz
Fauzan, Muhammad Habib Fahd Rizky.
"Modeling and simulation of steady state model
approach for horizontal three phase separator
(HTPS)", AIP Publishing, 2017

Publication

1%

11

Afrizal Vachlepi, Didin Suwardin, A. Zainal
Abidin. "SIMULASI PENETAPAN
KARAKTERISTIK PENGERINGAN SEMPROT
LATEKS BERDASARKAN TEKNIK
KOMPUTASI DINAMIKA FLUIDA", Jurnal
Penelitian Karet, 2013

Publication

1%

12

www.griffith.edu.au

Internet Source

1%

13

Submitted to Wageningen University

Student Paper

1%

14

uhra.herts.ac.uk

Internet Source

<1%

eprints.uny.ac.id

15

Internet Source

<1%

16

portalgaruda.org

Internet Source

<1%

17

ft.uajy.ac.id

Internet Source

<1%

18

Tresna P Soemardi, Ahmad Indra Siswantara, Erwin .. "OPTIMASI DIFFUSER PADA EXHAUST SYSTEM DENGAN CATALYTIC CONVERTER UNTUK SEPEDA MOTOR 110 CC DENGAN SIMULASI CFD ALIRAN FLUIDA", MAKARA of Technology Series, 2010

Publication

<1%

19

Hamdani Zain, Aryo Tedjo, Kusmardi Kusmardi. "Characterization of Adenocarcinoma's Autofluorescence Properties Using Multiexcitation Analysis Method", Makara Journal of Health Research, 2010

Publication

<1%

Exclude quotes Off

Exclude matches Off

Exclude bibliography On