

PERANCANGAN MODEL PIPA PVC PADA MESIN POMPA CELUP UNTUK AERASI KOLAM IKAN

Ardiyanti¹, Jamaluddin², Muh. Rais³

^{1,2,3}Program Studi PENDIDIKAN TEKNOLOGI PERTANIAN, Fakultas TEKNIK,
Universitas Negeri Makassar
JL. Daeng Tata Raya, Makassar, Sulawesi Selatan 90224.
Email: ardiyantitanty@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini termasuk rancang bangun yang ditujukan untuk membuat model pipa yang digunakan pada mesin pompa celup untuk aerasi kolam ikan dan mengetahui unjuk kerja alat yang efektif. Permasalahan yang dialami dan dihadapi oleh pembudidaya yaitu kurangnya atau tidak terpenuhinya kebutuhan oksigen terlarut pada kolam budidaya ikan, selain itu penambahan pipa PVC bertujuan memudahkan pembudidaya dalam menghasilkan lebih banyak gelembung oksigen dalam kolam budidaya. Penelitian ini menggunakan desain perancangan penelitian rekayasa/rancang bangun, adapun sumber data yang dihasilkan berbentuk kualitatif serta kemudian secara deskriptif akan dianalisis. Berdasarkan data yang dihasilkan mendapatkan kesimpulan bahwa Perancangan model pipa PVC pada mesin pompa celup yang meliputi dua tahap. Tahapan pertama, pembuatan komponen alat yang mencakup penyambungan fitting PVC 1,5 X 0,5 dengan pipa PVC 0,5, pengukuran dan pemotongan, penyambungan pipa PVC 0,75 dengan fitting PVC 1,5 x 0,75, pelubangan, dan pemotongan. Tahap kedua yaitu proses finalisasi adalah tahap penggabungan komponen alat. Pada model pipa sambungan T berfungsi dengan baik. Alat dapat mengeluarkan gelembung-gelembung berukuran mikro dan menghasilkan jumlah oksigen terlarut yang sesuai dengan standar kebutuhan ikan supaya tercipta unjuk kerja secara efektif.

Kata Kunci: Pompa Celup, Pipa PVC, Oksigen Terlarut

PENDAHULUAN

Hikmayani et al (2012) Karupphasamy et al. (2013) menjelaskan, budidaya yakni sebuah aktivitas alternatif yang dimaksudkan untuk mendorong produksi perikanan. Syarat yang perlu dipenuhi pada pelaksanaan budidaya yakni terdapatnya organisme untuk dikembangkan, media untuk organisme hidup, serta tempat/wadah budidaya. Air adalah media hidup organisme yang sangat penting dalam proses budidaya.

Air termasuk komponen yang esensial dalam menunjang kehidupan dari semua makhluk hidup. Penurunan kualitas maupun pencemaran air dikarenakan kegiatan manusia bisa berimbas buruk serta

menjadi bahaya bagi kelangsungan kehidupan beragam biota air maupun kehidupan dari manusia itu sendiri. Adapun metode yang bisa dipergunakan dalam membenahi kualitas air yakni melalui peningkatan kadar oksigen air. MGB (*Micro Bubble Generator*) berjenis *Spherical Ball* yakni sebuah alat yang bisa membuat oksigen larut pada air mempergunakan sekumpulan gelembung berukuran mikro yang diciptakan dengan menerapkan Hukum Bernouli pada aliran masukan dan aliran keluaran pada pipa.

Sadatomi et al., (2005) menjelaskan, dalam menciptakan sekumpulan gelembung mikro, jenis MBG mempergunakan bentuk *sperichal body* bagian dalam pipa demi menciptakan celah. Gelembung tercipta

dikarenakan aliran turbulen yang memasuki saluran serta dikarenakan juga oleh tegangan geser dimana akan memecah udara serta mengubahnya sebagai sekumpulan gelembung mikro.

Menurut Hukum Bernouli, venturi meter yakni suatu pipa yang menyempit, dimana aliran dari air cenderung lebih cepat bila melalui luas penampang kecil dibanding yang besar, tekanan lebih kecil bila melalui penampang kecil begitupun kebalikannya. Pada penerapan Hukum Bernouli menghasilkan gelembung-gelembung udara untuk memenuhi kebutuhan pada proses budidaya yang sangat penting bagi mikroorganisme yang hidup pada kolam atau tambak budidaya.

Secara intensif tingkat kesuksesan dari budidaya bergantung dari kecakapan pembudidaya dalam menangani kualitas air yang menurun, dimana salah satu masalahnya yaitu rendahnya kelarutan oksigen. Oksigen terlarut (DO ataupun *dissolved oxygen*) yakni faktor esensial pada pelaksanaan budidaya perikanan. Oksigen rendah bisa mengakibatkan bahaya bagi ikan, misalnya bisa membuat stres, menghambat perkembangan, mudah tertular penyakit, hingga mengakibatkan ikan mati yang akan membuat produktivitas menurun (Kordi & Tacung, 2007). Oksigen terlarut merupakan hasil dari gelembung-gelembung udara yang berada dalam air yang biasa disebut dengan aerasi.

Aerasi yakni proses menambahkan udara dengan kandungan oksigen ke dalam air. Proses ini dilaksanakan melalui alat yang dinamakan aerator (Boyd,1982). Aerasi bisa dilaksanakan melalui dua metode; yakni melalui pelepasan gelembung udara pada air (*bubble aerator*) serta melalui memasukkan udara pada melalui *splasher aerator*. Seberapa cepat serta banyak pemindahan oksigen ke luar serta dalam air

bergantung dari perpindahan massa serta keadaan kesetimbangan (konsentrasi jenuh) (Boyd,1998; Lekang, 2007).

DO mempunyai pengaruh besar pada kelangsungan hidup ikan, khususnya untuk perkembangan, reproduksi, serta memperbaiki jaringan. DO bisa diperoleh melalui difusi oksigen pada atmosfer (berkisar 35%) serta fotosintesis oleh fitoplankton maupun tumbuhan air. Ikan bisa mengkonsumsi oksigen serta hidup di air dikarenakan memiliki DO pada air akan terdifusi pada sel-sel insang menuju jaringan tubuhnya. Kebutuhan minimal DO bagi ikan laut tropis yakni 5 mg/l (75% saturasi) serta 5 mg/l (80% saturasi) bagi ikan air tawar tropis. Ikan dengan pergerakan lebih gesit normalnya akan memerlukan oksigen yang lebih tinggi, sedangkan ikan gurame serta lele tergolong ikan yang bisa bertahan pada air yang rendah DO dikarenakan memiliki pernafasan tambahan dimana memungkinkannya untuk memperoleh oksigen dari udara (Astuti, 2018).

Masalah utama yang kerap ditemui pada kegagalan budidaya ikan yakni kurangnya atau tidak terpenuhinya jumlah oksigen terlarut dalam media budidaya ikan sehingga menyebabkan ikan kurang berselera makan dan berkembangnya bakteri yang dapat menyebabkan kematian pada ikan, sehingga diperlukan sebuah teknologi yang bisa diaplikasikan untuk kolam budidaya sehingga bisa mengembangkan produksi dari ikan. Oleh karena itu melihat dari beberapa permasalahan yang ada di atas muncul suatu inovasi serta gagasan untuk menciptakan teknologi yang bisa diimplementasikan dalam budidaya ikan yaitu pompa celup dengan penambahan pipa PVC agar jumlah oksigen terlarut pada ikan dapat terpenuhi, maka penelitian ini dilakukan untuk merancang model pipa PVC pada mesin

pompa celup untuk aerasi kolam ikan.

METODE

Jenis penelitian ini yakni rekayasa/rancang bangun, dimana akan dilaksanakan rancang bangun alat penyuplai oksigen (pompa celup) dengan penambahan pipa PVC. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober 2021. Pelaksanaan dari penelitian ini berlokasi pada Laboratorium Pendidikan Teknologi Pertanian.

Alat dan Bahan

Alat yang dipergunakan pada pelaksanaan perancangan serta modifikasi diantaranya: Atk, Bor, Gergaji Cutter, dan Pompa. Sementara itu untuk penggunaan bahannya meliputi: Pipa PVC, Fitting PVC, T PVC, Seal tape, Lem besi, dan Lem pipa. Sesudah uji coba alat maka akan dilaksanakan analisis pada data. Adapun data yang bisa diperoleh yakni berbentuk kualitatif serta kemudian secara deskriptif akan dianalisis. Pengujian yang dilaksanakan dibatasi untuk uji operasional yang dibuat. Hal ini membuat data yang disajikan hanya dari uji operasional dan uji alat yang diperoleh.

Prosedur Perancangan

1. Perancangan atau desain

Melalui tahapan ini akan dibuat gambar desain alat yang hendak peneliti buat berdasarkan kriteria rancangan. Perancangan pompa celup dengan penambahan pipa PVC bertujuan memudahkan pembudidaya dalam menghasilkan lebih banyak oksigen terlarut dalam kolam budidaya ikan.

2. Rancangan Struktural

a. Pipa PVC

Pipa yang digunakan yaitu pipa PVC yang berdiameter 0,5 cm, 0,75 cm, dan 1cm



Gambar 1. Pipa PVC

b. PVC

Reducer yang digunakan yaitu reducer yang berdiameter 1,5 x 0,5 cm, 1,5 x 0,75 cm, serta 1,5 x 1 cm.



Gambar 2. Reducer PVC

c. Drat Luar

Drat luar yang digunakan yaitu drat luar yang berdiameter 1,5 x 0,5 cm



Gambar 3. Drat luar

d. Tee Stuck PVC

Sambungan T yang digunakan yaitu sambungan yang berdiameter 1,5 X 2



Gambar 4. Tee Stuck PVC

e. Reducer Bentuk Segitiga

Reducer dengan diameter 0,5 cm X 1 cm dipotong berbentuk segitiga pada bagian ujung reducer yang berdiameter 1 sepanjang 1,5 cm serta dengan lebar 1,5 cm.



Gambar 5. Reducer bentuk segitiga

f. Reducer Berlubang

Reducer dengan diameter 1,5 X 0,75 memiliki lubang pada bagian pertengahan reducer dengan diameter lubang yaitu 6-7 mm.



Gambar 6. Reducer Berlubang

3. Rancangan Fungsional

Model pipa PVC pada mesin pompa celup berfungsi untuk menghasilkan gelembung-gelembung yang berukuran kecil yang dapat meningkatkan jumlah oksigen terlarut pada kolam budidaya. Alat ini dapat mengatasi kurangnya nilai oksigen terlarut untuk proses budidaya karena alat ini memiliki dua ruang vakum dan memiliki saluran udara sehingga menghasilkan gelembung yang lebih banyak. Sehingga dapat mengurangi tingkat kematian akibat tidak terpenuhinya oksigen yang terlarut pada ikan.

4. Pembuatan Alat

Pembuatan alat dapat dilaksanakan melalui:

- a. Mempersiapkan alat serta bahan
- b. Mempersiapkan desain/rancangan alat yang akan dibuat
- c. Melakukan proses perakitan komponen alat menjadi alat utuh.

5. Prinsip Kerja Alat

Prinsip kerja dari alat ini yakni air masuk melalui pompa, kemudian pipa yang mengarah ke atas menghisap udara dari permukaan. Kemudian air bercampur dengan udara karena adanya gaya vakum untuk menghisap udara, alat ini memiliki dua ruang vakum. Ruang vakumnya terletak pada dibagian dalam sambungan T. Ruang vakum yang pertama terbentuk oleh sambungan reducer yang berdiameter 1,5 X 0,5 yang telah disambungkan dengan pipa PVC yang berdiameter 0,5. Sedangkan ruang vakum yang kedua terbentuk oleh sambungan reducer dengan pipa yang telah dilubangi dengan diameter 6 mm yang dipertemukan dengan reducer dan pipa yang telah di potong berbentuk segitiga. Sehingga yang keluar dari alat tersebut berupa gelembung-gelembung udara yang berukuran mikro, untuk venturi ini gelembung yang dihasilkan lebih banyak karena melewati dua ruang vakum.

Prosedur Pengujian

Prosedur pengujian alat yang dilakukan yaitu sebagai berikut:

1. Uji fungsional

Pengujian fungsional alat dilakukan dengan cara pengecekan pada setiap komponen alat.

2. Uji operasional

Dilakukan dengan cara memasukkan pompa ke dalam kolam budidaya kemudian melakukan proses pengukuran jumlah oksigen terlarut yang dihasilkan oleh alat tersebut dan di ukur menggunakan DO meter.

Pengamatan

Data yang diperoleh melalui pelaksanaan pengujian yakni berupa data kualitatif, dimana kemudian secara deskriptif akan dianalisis. Pengujian yang dilaksanakan dibatasi untuk uji operasional yang dibuat. Hal ini membuat data yang akan peneliti sajikan hanya dari uji operasional dan uji alat yang diperoleh.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian sistem dari alat yang peneliti buat difungsikan untuk mengetahui kinerja sistem/alat yang dipasang. Alat akan peneliti berikan tegangan kerja demi memeriksa kinerja model pipa PVC yang telah disambungkan dengan pompa celup. Pengujian dilakukan secara bertahap untuk menentukan parameter-parameter dan indikator dari pengujian alat. Pengujian alat dengan cara mengecek semua

Pengujian dilaksanakan melalui mengatur waktu proses pengukuran oksigen terlarut yang dihasilkan oleh masing-masing model alat tersebut pada satuan waktu tertentu. Waktu yang digunakan pada saat pengukuran yaitu selang 1 jam setelah pompa dinyalakan dengan tiga kali pengukuran dan pada satu kali pengukuran dilakukan dalam tiga titik, dimana titik pertama pada samping pompa, titik kedua berada pada pertengahan kolam, dan titik ketiga berada pada ujung kolam. Hasil uji alat dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil Uji Alat Sambungan T

Sambungan T	Titik 1 (mg/l)	Titik 2 (mg/l)	Titik 3 (mg/l)
Pengukuran pertama	6,8	6,8	7,1
Pengukuran kedua	6,5	6,6	6,8
Pengukuran ketiga	6,8	6,8	6,9

Pada tabel 1 hasil uji alat pada ketiga

pengukuran memiliki nilai yang hampir sama. Pengukuran pertama untuk titik pertama dan kedua yaitu 6,8 mg/l, untuk titik kedua yaitu 7,1 mg/l. Pengukuran kedua untuk titik pertama yaitu 6,5 mg/l. Untuk titik yang kedua 6,6 mg/l, untuk titik ketiga yaitu 6,98 mg/l dimana hasil titik ketiga sama dengan jumlah pengukuran pertama titik 1 dan 2. Pengukuran ketiga hasil yang didapatkan untuk titik pertama dan kedua yaitu 6,8 mg/l dimana hasil yang didapatkan sama dengan pengukuran satu dan dua pada titik 1 dan 2, sedangkan untuk pengukuran kedua pada titik ketiga. Adapun hasil yg didapatkan untuk pengukuran ketiga pada titik ketiga yaitu 6,9 mg/l. Pengukurandilakukan di beberapa titik yaitu titik satu dekat pompa aerasi, untuk titik kedua pada bagian tengah kolam sedangkan untuk titik ketiga di ujung kolam.

Tabel 2. Hasil Uji Alat Sambungan Lurus

Sambungan Lurus	Titik 1 (mg/l)	Titik 2 (mg/l)	Titik 3 (mg/l)
Pengukuran pertama	7,1	7,1	7,2
Pengukuran kedua	7,3	7,1	7,3
Pengukuran ketiga	7,3	7,2	7,3

Pada table 2. hasil uji alat ketiga pengukuran memiliki nilai yg hampir sama. Dimana, pengukuran pertama pada titik 1 dan 2 hasil yang didapatkan 7,1 mg/l, untuk titik ke 3 yaitu 7,2 mg/l. Perlakuan kedua untuk titik 2 7,3 mg/l begitupun titik ke 3, tetapi berbeda pada titik kedua yaitu 7,1 mg/l. pengukuran ketiga pada titik pertama yaitu 7,3 mg/l begitupun pada pengukuran ketiga yaitu 7,3 mg/l, dimana nilai tersebut sama dengan pengukuran kedua pada titik 1 dan 3. Tetapi berbeda pula pada titik ke 2 yaitu 7,2 mg/l. Perbedaan dan persamaan

setiap titik tersebut di sebabkan oleh suhu pengambilan sampel yang berbeda-beda. Titik 1 pangambilan sampelnya ujung kolam belakang pompa aerasi, untuk titik kedua tangan kolam sedangkan untuk titik ketiga ujung kolam.

Tabel 3. Hasil Uji Alat Sambungan L

Sambungan L	Titik 1 (mg/l)	Titik 2 (mg/l)	Titik 3 (mg/l)
Pengukuran pertama	7,6	7,6	7,7
Pengukuran kedua	7,8	7,8	7,8
Pengukuran ketiga	8,0	7,9	7,8

Pada tabel 3. hasil uji alat ketiga pengukuran memiliki jumlah nilai yg hampir sama. Pengukuran pertama pada titik 1 dan 2 hasil yang didapatkan 7,6 mg/l, untuk titik ke 3 yaitu 7,7 mg/l. Pengukuran kedua memiliki nilai oksigen terlarut yang sama pada titik satu, dua, dan 3 yaitu dengan nilai 7,8 mg/l. Sedangkan pada pengukuran ketiga mempunyai nilai yang bervariasi untuk setiap titiknya, pada titik pertama yaitu 8,0 mg/l, kemudian di titik kedua yakni 7,9 mg/l, dan titik ketiga yaitu 7,8 mg/l. Perbedaan dan persamaan setiap titik tersebut di sebabkan oleh faktor suhu pengambilan sampel yang berbeda-beda. Dimana titik 1 pangambilan sampelnya ujung kolam tepatnya samping pompa aerasi, untuk titik kedua tangan kolam sedangkan untuk titik ketiga ujung kolam.

Perbedaan nilai oksigen terlarut yang dihasilkan dari ketiga tabel di atas di sebabkan oleh waktu pengambilan sampel dan model pipa yang digunakan. Dimana untuk tabel 4.1 model pipa yang digunakan yaitu menggunakan sambungan T atau memiliki saluran udara sehingga

menghasilkan gelembung-gelembung berukuran kecil dan suhu pengambilan sampelnya tinggi. Sedangkan untuk tabel 4.2 menggunakan sambungan lurus atau tidak memiliki saluran udara sehingga yang keluar dari pipa tersebut hanya berupa air tanpa gelembung udara dan waktu pengambilan sampelnya sore hari sehingga suhu udara menurun. Sedangkan untuk tabel 3 menggunakan model pipa L dimana air yang keluar mengarah ke atas kolam jadi jumlah oksigen yang dihasilkan lebih tinggi dari pada model pipa yang lain.

Mekanisme terbentuknya gelembung-gelembung udara pada model sambungan T yaitu *microbubble generator* bekerja dengan pompa yang digunakan untuk mengalirkan air bertekanan yang memiliki kecepatan tertentu. Udara akan melewati saluran yang mengecil, membuat kecepatan aliran udara bertambah. Akibatnya, tekanan udara ketika kecepatannya tinggi menjadi kecil. Udara dari luar akan terhisap ke dalam, karena udara mengalir ke tekanan yang lebih rendah. Udara yang masuk melewati dua ruang vakum sehingga menghasilkan gelembung yang lebih banyak dan berukuran mikro. Gelembung berukuran mikro memiliki volume udara yang dikandungnya sangat kecil, membuat gelembung dapat bertahan dalam waktu yang lama. Terlarutnya oksigen akan lebih efektif dengan ukuran gelembung yang semakin kecil.

Ruang vakum atau ruang hampa udara merupakan ruang yang tidak ada udara sehingga tekanan udaranya lebih rendah berbanding tekanan atmosfer. Ruang vakum pada alat ini berada pada bagian dalam sambungan T tepatnya di bawah saluran udara yang mengarah ke permukaan air. Dimana ruang vakum terbentuk dari sambungan pipa PVC dengan reducer yang telah dilubangi dengan posisi lubang berada

di atas, kemudian pipa PVC yang telah disambungkan dengan reducer yang memiliki bentuk segitiga dipertemukan dengan reducer yang telah dilubangi sehingga membentuk dua ruang vakum.

Berdasarkan dari nilai oksigen terlarut yang dihasilkan dari ketiga tabel di atas yang memiliki nilai oksigen terlarut yang baik yaitu pada tabel 4.1 karena pada tabel 4.1, rata-rata nilai oksigen terlarutnya tidak terlalu tinggi. Sedangkan menurut (Boyd, 1990) oksigen terlarut yang baik untuk pertumbuhan ikan adalah 5-7 mg/l. Faktor yang mempengaruhi meningkat dan menurunnya kadar oksigen yang terlarut yaitu cuaca, temperatur air, temperatur udara, dan sinar matahari. Sedangkan menurut Panjaitan (2004) oksigen berhubungan erat dengan perubahan suhu. Suhu tinggi cenderung menyebabkan kandungan oksigen menurun, sedangkan jika suhu oksigen rendah menyebabkan konsumsi oksigen meningkat.

Menurut Rofik et al., (2020) hasil pengujian peningkatan atau penurunan kadar oksigen yang terlarut pada setiap jam berbeda-beda, dimana hasil yang optimal didapatkan yaitu 9,0 mg/l sedangkan hasil terendah yang didapatkan 8,0 mg/l. Faktor yang mempengaruhi meningkat dan menurunnya kadar oksigen yang terlarut yaitu diantaranya cuaca, temperatur air, temperatur udara, dan sinar matahari.

Alat aerasi merupakan teknologi tepat guna yang masih membutuhkan banyak masukan dan perbaikan, mulai dari bahan yang digunakan, bentuk dari komponen alat sampai dengan kapasitas kerja alat yang dihasilkan. Penggunaan teknologi tepat guna diharapkan dapat membantu masyarakat khususnya untuk masyarakat dan pembudidaya ikan agar lebih menghemat waktu dan biaya dalam proses budidaya. Bahan dan alat yang digunakan harus lebih terjangkau dan mudah

didapatkan dipasaran untuk mempermudah produksi alat. Perancangan alat ini juga harus memperhitungkan biaya produksi, namun tidak menurunkan kualitas dari fungsi alat yang digunakan.

Produk akhir rancang bangun ini adalah terciptanya sebuah alat aerasi ikan. Fungsi dari alat ini yaitu sebagai salah satu alat yang dirancang untuk menghasilkan oksigen terlarut pada kolam budidaya ikan. Sistem ini dikendalikan menggunakan pompa celup, fungsi dari alat ini yaitu mengeluarkan gelembung-gelembung kecil melalui model pipa tersebut. Keuntungan alat ini yaitu memudahkan pembudidaya yang mengeluh tentang oksigen ikan yang tidak terpenuhi.

KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil penelitian perancangan model pipa PVC pada mesin pompa celup untuk aerasi kolam ikan, dapat ditarik simpulan sebagai berikut:

1. Perancangan model pipa PVC pada mesin pompa celup terdiri dari dua tahapan. Tahap pertama, pembuatan komponen alat yang meliputi penyambungan fitting PVC 1,5 X 0,5 dengan pipa PVC 0,5, pengukuran dan pemotongan, penyambungan pipa PVC $\frac{3}{4}$ " dengan fitting PVC 1,5 x 0,75, pelubangan, dan pemotongan. Tahap kedua yaitu proses finalisasi adalah tahap penggabungan komponen alat.
2. Pada model pipa sambungan T berfungsi dengan baik. Alat dapat mengeluarkan gelembung-gelembung berukuran mikro dan menghasilkan jumlah oksigen terlarut yang sesuai dengan standar kebutuhan ikan sehingga memberikan unjuk kerja yang efektif dan efisien.

DAFTAR PUSTAKA

- Astuti, Y. S. (2018). *Respon Oksigen Terlarut Terhadap Pencemaran dan Pengaruhnya. J. Teknologi Lingkungan, 19 (2) : 203-204.*
- Boyd CE. 1982. *Water quality management for pond fish culture.* Amsterdam: Elsevier Scientific Publishing Company.
- Boyd. C.E.1990. *Water Quality In Pond For Aquaculture. Alabama:Alabama Aquaculture Station. Auburn University.*
- Boyd CE. 1998. *Pond water aeration systems. Aquac Eng 18:9-40.*
- Hikmayani, Y., M. Yulisti, Hikma. 2012. *Evaluasi Kebijakan Peningkatan Produksi Perikanan Budidaya. J. Kebijakan social Ekonomi Kelautan dan Perikanan. 2 (2): 85-102.*
- Kordi, MGHK, Tacung AB. 2007. *Pengelolaan kualitas air dalam budidaya perairan.* Jakarta: PT Rineka Cipta.
- Lekang OI. 2007. *Aquaculture Engineering.* UK: Blackwell Publishing.
- Panjaitan, E. F. 2004. *Pengaruh Suhu Air yang Berbeda terhadap Laju Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Benih Ikan Botia (Botia macracanthus Bleeker).* Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Sadatom, M. Kawahara, A. Kano, K. and Ohtomo, A. 2005. "Performance of New Microbubble Generator With A Spherical Body in Flowing Water Tube", *Experimental Thermal and Fluid Science, 29: 615-62*

