

**Sistem resirkulasi air tertutup untuk pembenihan ikan patin (*Pangasius sp.*) (bagian 1): Pengendalian suhu air dengan pengendali mikrokontroler**

**(Closed water recirculation system for catfish (*Pangasius sp.*) hatcheries (part 1): Water temperature controlled using micro-controller)**

I Dewa Made Subrata<sup>1</sup>, Budi Indra Setiawan<sup>1</sup>, Lenny Saulia<sup>1</sup>, Aryanto<sup>2</sup>

**Abstract**

*Catfish (*Pangasius sp.*) culture is one of the agricultural commodities with a high economic value and can be chosen as one of the farmer's alternative to increase added value to their land. Generally, catfish cultural consist of activities such as: hatcheries, pre-growing, and growing on the pond or floating net.*

*To produce high quality of fish hatcheries, the hatchery condition such as water quality (water temperature, pH, oxygen dissolve, and so on), feed quality and quantity need to be maintained in suitable condition for hatchery. Water temperature is one of the importance factors to increase metabolism rate and to decrease the probability of the pathogen to cause diseases to the fish. A Water recirculation system was applied to increase the freshness of water on the cultural tank.*

*The purpose of this study was to develop a water recirculation system with water temperature controlled system for catfish hatcheries. The water recirculation system consists of reservoir water tank, cultural tank, and waste water tank or sedimentation tank to which water from the sedimentation tank was pumped back into the reservoir tank. Water on the reservoir tank was heated using a 1000 watt electric heater and the water temperature was maintained at about 31°C by mean of micro-controller.*

*The experimental result shown that the developed system was able to maintain water temperature of the culture tank within optimum temperature range of 29.6°C to 31.7°C.*

**Key word:** *Ikan patin, sistem sirkulasi tertutup, pengendalian suhu, mikrokontroler.*

**PENDAHULUAN.**

Ikan patin merupakan salah satu komoditas pertanian yang mempunyai nilai ekonomis tinggi dan layak dikembangkan sebagai salah satu alternatif bagi petani untuk memanfaatkan lahan yang dimilikinya

sehingga menghasilkan nilai tambah yang memadai. Secara garis besar pembudidayaan ikan patin meliputi kegiatan pembenihan, pra pembesaran, dan pembesaran di kolam atau pada jaring apung. Kegiatan pembenihan biasanya menghasilkan benih berukuran 1.25 – 2.5 cm, sedangkan

<sup>1</sup> Staf pengajar Jurusan Teknik pertanian, FATETA – IPB, Bogor

<sup>2</sup> Alumnus Jurusan Teknik Pertanian, FATETA – IPB, Bogor

pendederan/ pra pembesaran bertujuan untuk menghasilkan benih berukuran 5 – 10 cm yang siap ditebar di kolam pembesaran atau jaring apung.

Proses pembenihan dan pendederan biasanya dilakukan di kolam-kolam. Namun proses ini memiliki beberapa kelemahan yaitu tingkat produktifitas yang rendah hanya sekitar 73.3 % (susanto, 1997 dalam Guk guk, 2000). Rendahnya produksi tersebut disebabkan fluktuasi suhu air yang cukup tinggi pada kolam atau akuarium pendederan ikan. Berbagai upaya telah dilakukan oleh para petani untuk mengatasi masalah fluktuasi suhu tersebut, salah satunya dengan memanaskan bagian bawah akuarium atau ruangan tempat penyimpanan akuarium dengan kompor minyak tanah atau heater dengan harapan suhu air akan bertahan pada tingkat yang optimal bagi pertumbuhan ikan patin. Namun upaya ini kurang berhasil karena metoda tersebut hanya menaikkan suhu lingkungan dan menyebabkan fluktuasi suhu lingkungan menjadi relatif tinggi sedangkan suhu air relatif tidak berubah. Selain itu penggunaan kompor minyak tanah dapat menyebabkan ketidak-nyamanan bagi petani dalam menjalankan kegiatan pembenihan.

Tujuan dari percobaan ini adalah untuk merancang sistem sirkulasi tertutup dengan suhu air terkendali menggunakan sistem pengendalian mikrokontroller.

#### TINJAUAN PUSTAKA

Ikan patin merupakan salah satu jenis ikan air tawar yang bernilai ekonomis tinggi dan mempunyai sifat-sifat yang menguntungkan untuk dibudidayakan seperti ukuran per individu yang cukup besar, kebiasaan makan omnivor serta mutu daging yang cukup digemari oleh masyarakat luas terutama di Sumatera dan Kalimantan (Arifin, 1986 dalam Darajat, 1999).

Huet (1971) dalam Nuraeni (1998) menyatakan bahwa pertumbuhan ikan patin dipengaruhi oleh dua faktor, yaitu faktor dalam dan faktor luar. Faktor dalam meliputi sifat genetis, ketahanan terhadap penyakit, dan kemampuan memanfaatkan makanan, sedangkan faktor luar meliputi kualitas air, suhu air, kualitas dan kuantitas makanan.

Djarajah (2001) menyatakan bahwa kondisi air yang optimal untuk pertumbuhan ikan patin adalah memiliki kandungan oksigen terlarut dalam air antara 2.0 – 5.0 ppm, kandungan karbondioksida tidak lebih dari 12.0 ppm, nilai pH berkisar antara 7.2 – 7.5, sedangkan suhu optimal berkisar antara 28°C – 29°C. Kehidupan ikan patin mulai terganggu bila suhu air menurun sampai 14°C – 15°C atau meningkat sampai diatas 35°C dan aktivitas ikan patin akan terhenti pada suhu di bawah 6 °C atau diatas 42 °C. Ridwan (2001) menyatakan bahwa pertumbuhan benih ikan patin akan lebih cepat pada suhu air antara 29°C sampai 32°C dengan laju pertumbuhan harian 4.873% sampai 4.952%. Suhu sangat mempengaruhi nafsu makan ikan patin sehingga berpengaruh terhadap metabolisme dan pertumbuhannya (Nuraeni, 1998). Breden, 1998, menyatakan bahwa penetasan telur ikan pada sistem pembenihan sangat dipengaruhi oleh kandungan logam terlarut dan suhu media air. Air yang terlalu hangat akan menyebabkan telur mudah rusak dan suhu yang terlalu rendah akan menyebabkan telur mudah terinfeksi jamur. Oksigen terlarut perlu dipertahankan pada selang 6.5 sampai 9.5 ppm.

Menurut Sukarsono (1997) dalam Guk guk (2000) pendederan ikan patin biasanya dilakukan di kolam dengan luas berkisar antara 2 – 25 m<sup>2</sup> atau rata-rata 6.93 m<sup>2</sup>, ketinggian air kolam berkisar antara 0.20 – 0.75 m atau rata-rata 0.41 m, volume air rata-rata 3.12 m<sup>3</sup> dan jenis air yang digunakan berasal dari sumur bor atau sumur

galian. Ikan yang ditebar berukuran 1.25 cm dengan kepadatan penebaran 1200 ekor per kolam, dengan pakan cacing dan pelet yang frekuensi pemberiannya berkisar antara 3 – 8 kali/ hari. Pemeliharaan berlangsung antara 20 – 40 hari atau rata-rata 25 hari dengan ukuran pemanenan 3.75 – 7.5 cm. Menurut Nuraeni (1998) pendederan ikan patin juga dapat dilakukan di akuarium dengan berbagai ukuran dengan kepadatan penebaran 7 ekor/liter air untuk ukuran 1.25 sampai 2.5 cm dengan masa pemeliharaan selama 30 hari.

Sistem resirkulasi tertutup merupakan suatu teknologi tinggi yang diterapkan pada akuakultur (Stickney, 1993 dalam Guk guk, 2000). Sistem ini melibatkan proses pengendapan, aerasi, filtrasi biologi, dan pemanenan unsur hara oleh tanaman akustik (Liau dan Mayo, 1974 dalam Guk guk, 2000). Komponen sistem resirkulasi meliputi bak pemeliharaan ikan, bak pengendapan, bak aerasi, dan bak biofilter serta bak tanaman. Sistem resirkulasi ini pernah dicoba untuk pembenihan ikan patin oleh Guk guk (2000) dengan hasil berupa tingkat kelangsungan hidup 98.36 % dan dengan efisiensi pemberian pakan 84.03 %. Sistem sirkulasi tertutup juga pernah digunakan oleh Kuo-Feng Tseng at al. 1998 untuk budidaya ikan *Penaeus monodon*. Sistem yang dikembangkan terdiri dari: tangki pemeliharaan ikan, tangki pemisah lamela, tangki aerasi dan biofilter. Densitas ikan yang diujikan adalah 40, 80, 160 ekor/m<sup>2</sup> selama 8 minggu. Hasil percobaan menunjukkan bahwa rata-rata laju pertumbuhan ikan secara berurutan adalah: 0.28, 0.23, dan 0.17 gram/hari dengan persentase hidup secara berurutan: 89%, 76%, dan 60%.

## METODOLOGI PENELITIAN

### Bahan dan Alat

1. Rancangan Sistem Resirkulasi.  
Bahan dan alat yang digunakan adalah besi siku 40 mm x 40 mm, triplek, cat, pipa paralon, stop kran, selang plastik, pompa air, akuarium dan air. Rancangan sistem resirkulasi terdiri dari: 1). Bak pensuplai air berfungsi untuk mengisi bak pembenihan dengan air yang suhunya telah diatur sesuai dengan keperluan ikan patin (31 °C). 2). Bak pembenihan berfungsi sebagai tempat benih ikan patin yang suhunya perlu dipertahankan sebesar 31°C. Bak ini terdiri dari 3 buah dengan ukuran masing-masing 90 cm x 40 cm x 35 cm. 3). Bak pengendapan berfungsi untuk menampung air buangan yang berasal dari bak pembenihan dan mengendapkan kotoran yang terdapat di dalamnya. Bak pengendapan ini penting karena air pada bak pembenihan cenderung menjadi keruh akibat kotoran sisa metabolisme benih ikan. Jika kotoran sisa metabolisme ini tidak disaring dan diendapkan, maka kehidupan benih akan terganggu yang pada akhirnya akan menyebabkan kematian benih ikan. Air bersih yang kotorannya telah mengendap kemudian disirkulasikan ke bak pensuplai dengan menggunakan pompa melalui pipa paralon.
2. Sistem Kontrol suhu  
Bahan dan alat yang digunakan terdiri dari: 1). Sensor suhu berfungsi untuk mengukur suhu air yang telah dipanaskan menggunakan pemanas listrik. Sebagai sensor suhu digunakan NTC (negative temperature coefficient). 2). Unit pemanas listrik dengan daya 1000 W berfungsi untuk menaikkan suhu air pada sistem sirkulasi tertutup. 3). Unit pengendali berfungsi

mengendalikan hidup-matinya pemanas untuk mempertahankan suhu air sebesar 31°C.

3. Sistem akuisisi data

Bahan dan alat yang digunakan terdiri dari: 1). Thermocouple berfungsi sebagai pendeteksi suhu. 2). Recorder berfungsi untuk menguatkan sinyal yang dihasilkan oleh thermocouple. 3). Komputer dengan unit interface berupa GPIB yang berfungsi untuk mengambil, menyimpan, dan mengolah data sesuai keperluan. Sistem akuisisi data ini hanya dipergunakan untuk memonitor fluktuasi suhu pada ketiga bak (bak pensuplai, bak pembenihan, dan bak pengendapan) dan bukan merupakan bagian dari unit kontrol yang dikembangkan dalam percobaan ini.

**Langkah percobaan**

Pertama-tama bak pensuplai diisi air sampai batas maksimum dan bak pembenihan di isi air sampai ketinggian lubang pembuangan. Air pada bak pensuplai dipanaskan dan dalam waktu bersamaan dialirkan dengan debit tetap ke bak pembenihan. Pemanas yang dipasang pada bak pensuplai, dikendalikan menggunakan mikrokontroller berdasarkan masukan sensor yang dipasang dekat unit pemanas. Mode pengendalian yang digunakan adalah on-off, atau dengan kata lain jika suhu air lebih tinggi dari 31°C, maka pemanas dimatikan dan jika suhu air lebih rendah dari 31°C, maka pemanas dinyalakan. Kelebihan air pada bak pembenihan dibuang ke bak pengendapan lewat saluran

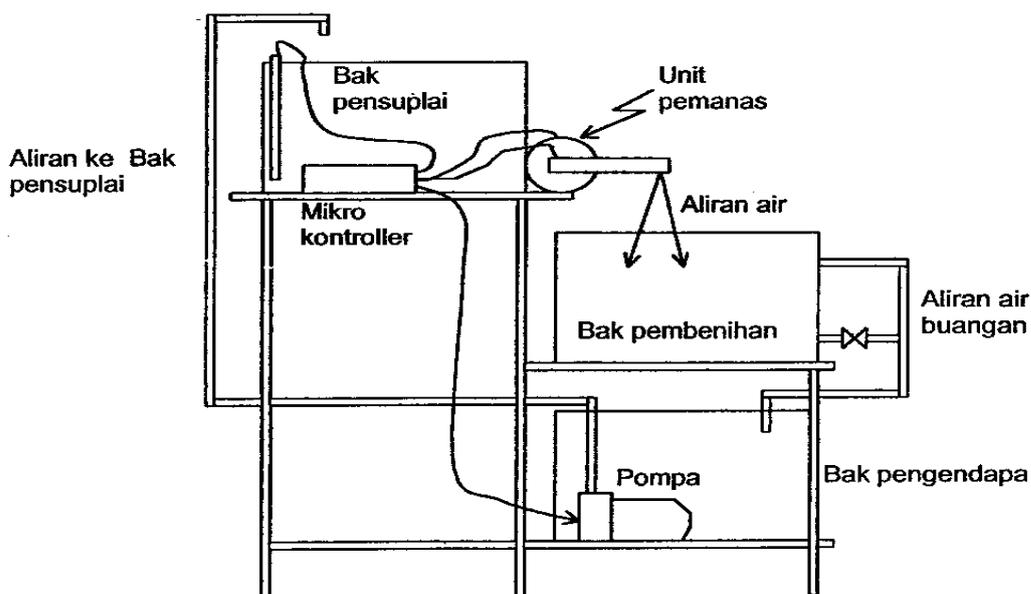
pembuangan. Jika tinggi permukaan air pada bak pensuplai lebih rendah dari ketinggian minimum yang diizinkan, maka pompa dinyalakan oleh mikrokontroller sampai permukaan air mencapai ketinggian maksimum yang dideteksi melalui sensor ketinggian.

Fluktuasi suhu yang dihasilkan pada bak pensuplai, bak pembenihan dan bak pengendapan dipantau menggunakan thermocouple dan recorder. Data yang dihasilkan oleh recorder kemudian disimpan dalam memori komputer tiap perioda 15 menit.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Sistem pengatur ketinggian air pensuplai**

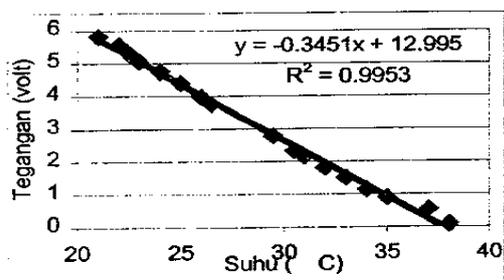
Sistem sirkulasi tertutup yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1. Debit air yang mengalir kemasing-masing bak pembenihan dibuat tetap yaitu 105.5 liter/jam, debit air yang dipompa dari bak pengendapan ke bak pensuplai adalah 986.1 liter/jam, dan debit air yang mengalir dari bak pembenihan ke bak pengendapan adalah 306.1 liter/jam. Ketinggian air minimum yang diizinkan dalam bak pensuplai adalah 10 cm dan ketinggian maksimum adalah 30 cm. Rata-rata lamanya pompa penyala untuk setiap siklus pengisian adalah 4 menit dan lamanya pompa mati untuk setiap siklus pengisian adalah 12 menit. Hasil percobaan menunjukkan bahwa sistem sirkulasi bisa bekerja dengan baik selama tidak ada gangguan pada sumber listrik PLN.



Gambar 1. Sistem sirkulasi air tertutup untuk pembenihan ikan patin.

### Sistem pengendali suhu

Suhu air yang ada di sekitar pemanas diukur menggunakan sensor NTC yang dilengkapi unit penguat. Karakteristik hubungan suhu-tegangan dari unit ukur yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 2.

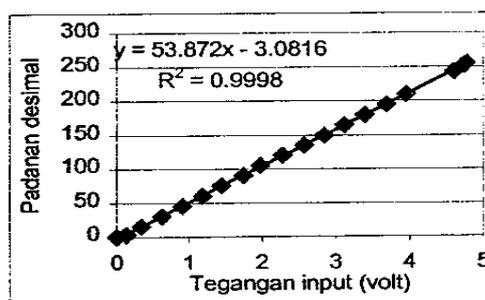


Gambar 2. Hubungan antara suhu dan tegangan dari unit pengukur suhu

Gambar 2 memperlihatkan hubungan yang cukup linear antara suhu dan tegangan yang dihasilkan oleh unit pengukur suhu untuk selang suhu 23°C sampai 38°C. Informasi pada selang ini dirasa cukup mewakili karena nilai suhu yang dikendalikan

merupakan nilai tunggal dan berada pada selang tersebut (31°C) yang dimasukkan sebagai set point.

Tegangan keluaran dari unit pengukur suhu dimasukkan ke dalam mikrokontroler melalui unit pengubah analog ke digital (ADC) jenis 0809. ADC jenis 0809 ini mempunyai karakteristik hubungan antara tegangan dan nilai padanan desimal seperti terlihat pada Gambar 3.

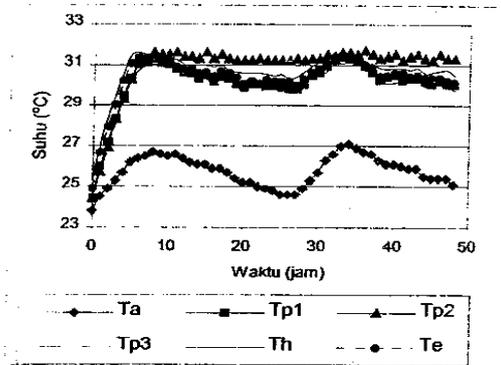


Gambar 3. Hubungan antara tegangan dan padanan desimalnya

Gambar 3 memperlihatkan hubungan linear yang berarti bahwa unit ADC yang digunakan dalam percobaan ini memiliki karakteristik yang baik.

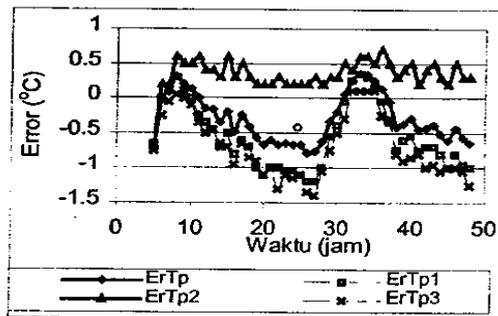
Pembacaan oleh mikrokontroler dilakukan menggunakan bahasa pemrograman assembler yang diprogram menggunakan Proview32 kemudian dimasukkan kedalam EPROM menggunakan EPROM programmer PROMA3/3A. Mode pengendalian yang digunakan pada percobaan ini adalah mode on-off. Unit pemanas yang digunakan mempunyai daya 1000 watt. Selain sebagai pengendali suhu, unit mikrokontroler juga dipergunakan untuk mengendalikan level muka air pada bak pensuplai seperti telah dikemukakan sebelumnya.

Fluktuasi suhu pada bak pensuplai, bak pembenihan, dan bak pengendapan diukur menggunakan sistem akuisisi data seperti yang telah dibicarakan pada bagian metodologi penelitian. Hasil akuisisi data tersebut kemudian diplot dalam grafik seperti terlihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Fluktuasi suhu air pada sistem sirkulasi tertutup tanpa benih ikan patin (Ta = suhu air tanpa kontrol; Tp<sub>1,2,3</sub> = suhu air pada bak pembenihan; Th = suhu air pada bak pensuplai; Te = suhu air pada bak pengendapan).

Grafik hasil pengontrolan suhu air pada Gambar 4 memperlihatkan bahwa suhu air pada akuarium pensuplai selalu lebih tinggi dari suhu air pada akuarium lainnya. Fluktuasi suhu air pada bak pensuplai adalah 30.3 °C sampai 31.6 °C, pada bak pembenihan antara 29.6 °C sampai 31.7 °C, dan pada bak pengendapan antara 30 °C sampai 31.5 °C. Dari ketiga jenis bak yang ada pada sistem sirkulasi tertutup tersebut, maka suhu pada bak pembenihan merupakan suhu yang paling berpengaruh terhadap kehidupan benih ikan patin. Fluktuasi suhu tersebut diatas masih dirasa cukup besar namun masih dalam selang suhu optimum yang disarankan pada bagian tinjauan pustaka. Grafik perubahan error suhu air pada bak pembenihan dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik perubahan error suhu air pada bak pembenihan (ErTp = error rata-rata; ErTp<sub>1,2,3</sub> = error pada bak pembenihan 1, 2, dan 3 secara berurutan).

Dari grafik terlihat bahwa error tertinggi terjadi pada siang hari dan error terendah terjadi pada pagi hari.

Pada saat diisi benih ikan patin, set-point suhu air yang dikendalikan adalah 30°C. Dari hasil pengukuran menggunakan termometer alkohol, didapatkan bahwa fluktuasi suhu air pada bak pembenihan antara 29.5°C sampai 30.5°C.

## KESIMPULAN

Dari uraian tersebut diatas dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Telah dirancang sistem sirkulasi air tertutup dengan debit aliran pada masing-masing bak pembenihan sebesar 105.5 liter/jam.
2. Sistem pengendalian tinggi muka air yang dirancang mampu mempertahankan ketinggian muka air bak penuplai pada selang 10 cm sampai 30 cm dengan lama pompa on untuk tiap siklus pengisian = 4 Menit dan lama pompa off untuk tiap siklus pengisian = 12 menit.
3. Sistem pengendali mikrokontroller yang digunakan dalam percobaan, mampu mempertahankan fluktuasi suhu media air pada selang pertumbuhan optimum yang disarankan yaitu 29.6°C sampai 31.7°C pada saat belum diisi benih ikan dan selang 29.5°C sampai 30.5°C pada saat diisi benih untuk nilai set point berturut-turut 31°C dan 30°C.

## Ucapan Terima Kasih

Tulisan ini merupakan salah satu hasil riset dalam payung penelitian yang berjudul Penerapan Teknologi Tepat Guna pada Usaha Pembenihan Ikan Patin, yang merupakan Proyek Pengembangan Riset Unggulan Kemitraan (PRUK) IV dari Kantor Menteri Negara Riset dan Teknologi (KMNRT) Tahun 2001.

## DAFTAR PUSTAKA

- Breden, C., 1998. An In-pond Gravel Filter for Catfish Hatcheries. *Aquaculture Magazine*. Vol. Nov/December.
- Darojat, A., 1999. Pengaruh Lama Waktu Kejutan Panas Terhadap Tingkat Kelangsungan Hidup Embrio dan Larva Ikan Patin (*Pangasius hypophthalmus Sauvage*). Skripsi. Jurusan Budidaya Perikanan. IPB. Bogor. Indonesia.
- Djarajah, A. S., 2001. Budidaya Ikan Patin. Kanisius. Yogyakarta. Indonesia.
- Guk guk, L. R., 2000. Kinerja Sistem Resirkulasi dalam Pendederan Ikan Patin (*Pangasius sutchi Fowler*). Skripsi. Jurusan Budidaya Perikanan. IPB. Bogor. Indonesia.
- Nuraeni, N., 1998. Pengaruh Perbedaan Sumber Air Terhadap Laju Pertumbuhan, Efisiensi Pemberian Pakan dan Kelangsungan Hidup Benih Ikan Patin (*Pangasius hypophthalmus*). Skripsi. Jurusan Budidaya Perikanan. IPB. Bogor. Indonesia.
- Ridwan. 2001. Mempelajari Penggunaan Bangunan Rumah Kaca untuk Efisiensi Pembibitan Ikan Patin (*Pangasius hypophthalmus*). Skripsi. Jurusan Teknik Pertanian. IPB. Bogor. Indonesia.
- Tseng, K. F., H. M. Su, and M. S. Su. 1998. Culture of *Penaeus monodon* in a Recirculating System. *Aquacultural Engineering*, Vol. 17(2). P.138 – 147.