

## EFEKTIFITAS KOMBINASI PENGHANGAT AIR TERKENDALI PADA SISTEM RESIRKULASI AIR UNTUK PEMBENIHAN IKAN

### *Effectiveness of a Combination of Controlled Water Heaters in Water Recirculation System for Fish Hatchery*

Mochamad Bagus Hermanto<sup>1</sup>, Budi Indra Setiawan<sup>2</sup>, Rudiyanto<sup>3</sup>

#### ABSTRACT

*Efficacies in hatchery depend on the ability to control water temperature. The aim of this research is to reduce heat loss in hatchery room, so that the energy requirement for water warming will be more efficient. Two units of flat plate solar collectors were serially installed. On-off controller is used to control a fan which is used for air re-circulation in 6m x 4m x 3m closed room. Experiments were carried out to find effectiveness of solar collector as a controlled warmer unit by perceived both temperature and relative humidity parameters. Initial experiment results indicate that solar collector as a warmer unit is able to give mean room temperature with low standard deviation. The statistical analysis results also indicate that the mean water temperature at the controlled air re-circulation system with circulating water is equal to 27.6 °C with standard deviation equal to 0.7 °C. Additional 350 Watt of electric water warmer can increase the mean water temperature that is equal to 30.6 °C with standard deviation equal to 0.5 °C which is an ideal environment for fish hatchery. It concludes that the combination of solar collector and electric water warmer as a controlled warmer unit is able to give mean water temperature with low standard deviation, so that this system can effectively reduce the use of warming energy cost until 76.85 %.*

**Keywords :** solar collector, temperature, control, hatchery

*Diterima: 1 Nopember 2006; Disetujui: 20 Nopember 2006*

#### PENDAHULUAN

Budi daya ikan patin dapat dibagi menjadi dua tahap, yaitu pembenihan dan pemsaran. Kegiatan pembenihan memerlukan penanganan yang lebih rumit dari pada kegiatan pemsaran. Ikan

yang relatif muda pada kegiatan pembenihan sangat rentan terhadap kondisi lingkungan dibandingkan dengan kegiatan pemsaran.

Salah satu kondisi fisik yang berpengaruh terhadap kesehatan dan kelangsungan hidup benih ikan patin

<sup>1</sup> Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya, Jl Veteran Malang, 65145, mbhermanto@brawijaya.ac.id

<sup>2</sup> Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Darmaga Bogor 16680, budindra@ipb.ac.id

<sup>3</sup> Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Darmaga Bogor 16680, lupusae@yahoo.com

adalah suhu (Lesmana, 2002). Suhu air akan berpengaruh terutama terhadap nafsu makan (Rudiyanto, *dkk.*, 2003). Suhu air optimal untuk penetasan telur ikan patin adalah 29 °C hingga 30 °C, sedangkan untuk perawatan larvanya, suhu air optimal berkisar 29 °C (Hemowo, 2003). Penghangatan udara di ruang tertutup dapat dilakukan untuk mendapatkan suhu air yang lebih stabil (Khairuman dan Sudenda, 2002). Sistem penghangat yang banyak digunakan adalah penghangat menggunakan kompor minyak tanah atau tungku api sebagai alat untuk menaikkan suhu air dalam tempat pembenihan (Hernowo, 2003). Namun, penggunaan kompor dan tungku masih menimbulkan masalah, yaitu fluktuasi suhu kompor minyak tanah akan sulit dikendalikan dan tidak merata. Selain itu proses pembakaran juga akan menurunkan kandungan O<sub>2</sub> dan menaikkan kandungan CO<sub>2</sub> dalam ruang pembenihan yang berpengaruh terhadap kualitas air pembenihan (Rudiyanto, *dkk.*, 2003).

Energi surya merupakan sumber energi terbarukan dan tidak menimbulkan polusi CO<sub>2</sub> seperti pada bahan bakar fosil. Dengan radiasi surya rata-rata di Indonesia yang mencapai 562.5 W/m<sup>2</sup> (Rudiyanto, *dkk.*, 2003), pemanfaatan energi surya sebagai sumber panas melalui penggunaan kolektor surya merupakan alternatif lain dalam mengatasi permasalahan tersebut. Penggunaan ruang tertutup dapat membuat suhu udara stabil pada kisaran 28 °C hingga 30 °C (Khairuman dan Sudenda, 2002). Dengan demikian, sistem kendali suhu yang dapat mempertahankan pada suhu optimum bagi pertumbuhan ikan dapat diterapkan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengurangi kehilangan panas pada ruang pembenihan ikan sehingga energi yang dibutuhkan untuk penghangat air diharapkan lebih efisien.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan Maret 2004 sampai bulan Juli 2004 di Departemen Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah bibit ikan patin (*Pangasius hypophthalmus*) dan pellet ikan sebagai pakan ikan. Peralatan yang digunakan yaitu :

1. Bangunan seluas 4 m x 6 m x 3 m yang dimodifikasi menjadi ruang tertutup yang dilengkapi dengan sistem penghangat kolektor surya sebagai bangsal pembenihan ikan (Gambar 3).
2. Penghangat listrik otomatis untuk akuarium dengan daya 350 Watt yang dipasang di dalam bak penampungan air.
3. Bak penampungan ikan sebanyak 6 unit, 1 buah bak filtrasi, 1 buah bak sedimentasi, dan 1 buah bak penampungan air. Dimensi bak adalah 100 cm x 40 cm x 50 cm terbuat dari bahan *fiberglass* dengan tiap bak penampungan ikan berisi 300 benih ikan Patin.
4. Pompa air dengan debit  $1.2 \times 10^{-4}$  m<sup>3</sup> per detik dan daya 52 Watt.
5. Kerangka bak yang terbuat dari kayu kaso ukuran penampang 4 cm x 6 cm.

Alat ukur suhu yang digunakan adalah *Logger Thermo Recorder Type TR-71S* untuk merekam suhu dan *Logger Thermo Recorder Type TR-72S* untuk merekam suhu dan kelembaban.

Pengamatan dilakukan terhadap 2 percobaan dengan mengambil data secara *real time*, yaitu :

1. Percobaan I membandingkan 3 perlakuan, yaitu (i) tanpa resirkulasi udara ruang (P1), (ii) dengan resirkulasi udara tanpa pengendalian (P2), dan (iii) dengan resirkulasi udara dan pengendalian (P3). Masing-masing perlakuan dilakukan selama

- 2 hari. Pengambilan data suhu dan kelembaban dilakukan setiap 15 menit sekali.
- Percobaan II membandingkan 3 perlakuan, yaitu (i) sistem resirkulasi udara terkendali dengan air statis, (ii) sistem resirkulasi udara terkendali dengan air tersirkulasi, dan (iii) sistem resirkulasi udara terkendali dengan air tersirkulasi menggunakan penghangat listrik 350 Watt. Masing-masing perlakuan dilakukan selama 6 hari. Pengambilan data suhu dan kelembaban dilakukan setiap 15 menit sekali.

**Rangkaian Sistem Pengendalian Resirkulasi Udara**

Rangkaian pengendali suhu ruang yang diaplikasikan adalah rangkaian pengendali suhu on-off (Gambar 1). Thermistor merupakan resistor variabel dengan karakteristik perubahan nilai tahanan yang dipengaruhi oleh kondisi suhu lingkungan komponen tersebut.

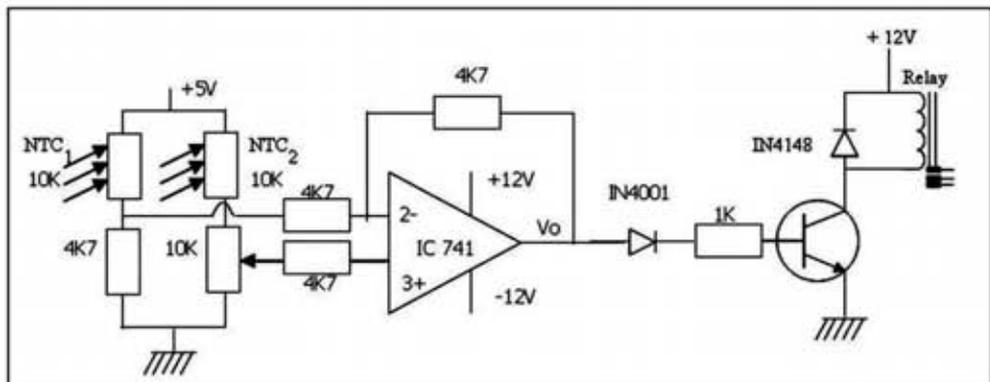
Sensor pengendali menggunakan sensor NTC (*Negative Temperature Coefficient*) dengan pertimbangan biaya murah, cukup sensitif, dapat beroperasi pada suhu rendah dan mudah didapat. Perubahan nilai tahanan NTC berbanding terbalik dengan suhu yang diterimanya. Nilai tahanan NTC akan semakin berkurang dengan adanya kenaikan suhu

lingkungan. NTC ini merupakan komponen yang lazim digunakan sebagai sensor suhu pada pembuatan alat pengendali suhu.

Selanjutnya, NTC dirangkai dengan prinsip jembatan wheatstone. Beda tegangan yang dihasilkan oleh jembatan wheatstone kemudian dikuatkan dengan operational amplifier IC 741. Hasil penguatan dihubungkan dengan aktuator, yaitu berupa relay 12 volt yang disambungkan dengan kipas DC 12 volt. Dengan demikian, kipas akan menyala jika suhu kolektor surya lebih besar daripada suhu ruang pembenihan. Sehingga pada saat tidak ada iradiasi matahari seperti pada kondisi malam hari atau pada saat mendung rangkaian pengendali suhu akan menghentikan jalannya resirkulasi udara dari ruang pembenihan ke kolektor surya untuk mencegah terjadinya kehilangan panas pada ruang pembenihan.

**Sistem Penghangatan Air dan Udara**

Ada dua macam sistem penghangatan yang dilakukan. Sistem penghangat yang pertama adalah sistem penghangat ruang terkendali dengan kolektor surya. Untuk mendapatkan energi panas, udara ruang dialirkan menuju ke kolektor surya dengan sebuah kipas terkendali dengan laju aliran udara  $5 \times 10^{-3} \text{ m}^3$  per detik. Kolektor surya sebagai penghangat udara sebanyak 2

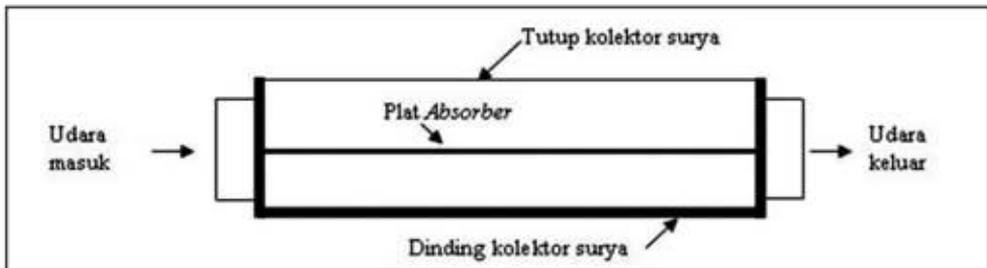


Gambar 1. Rangkaian Pengendali Suhu Ruang On-Off.

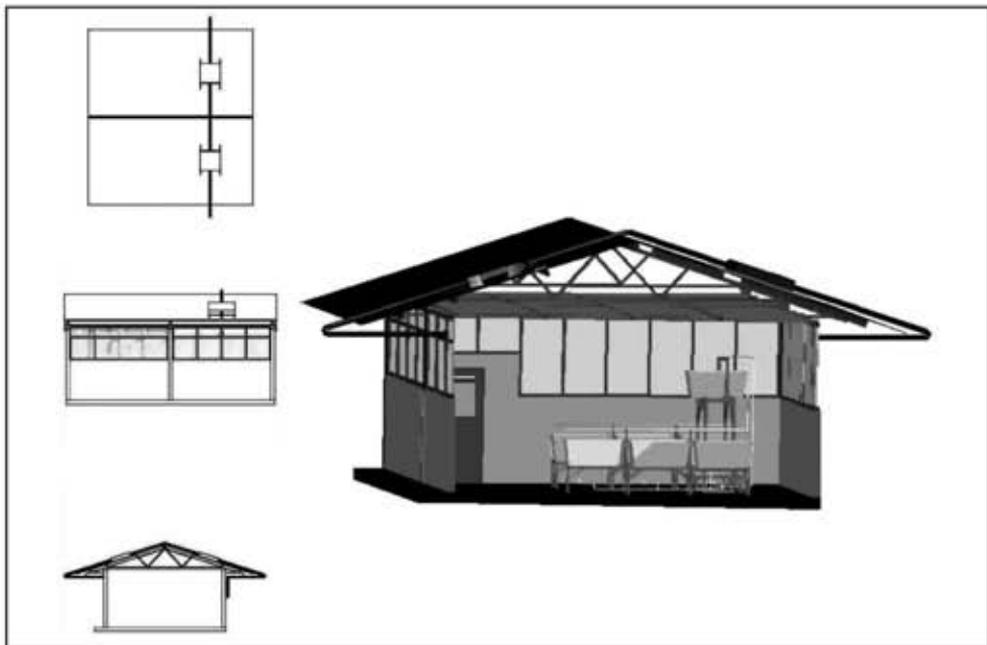
unit, dipasang seri dengan dimensi masing-masing 106 cm x 106 cm x 21 cm. Diameter lubang saluran udara adalah 10.16 cm. Kolektor surya berupa plat datar yang mempunyai 2 buah lubang, yaitu lubang udara masuk dan udara keluar. Tutup kolektor surya terbuat dari polykarbonat. Plat *absorber* terbuat dari seng yang dicat hitam dan dinding kolektor surya terbuat dari kayu yang dilapisi seng (Gambar 2). Udara dihembuskan untuk mengambil panas dari plat hitam di dalam kolektor surya yang mengakumulasi energi surya yang berupa irradiasi secara konveksi

paksa (*force convection*).

Sistem penghangat yang kedua adalah sistem penghangat air. Panas selain diperoleh dari hasil pindah panas dari udara ruang ke air, juga diperoleh dari penghangat listrik yang ditempatkan pada bak penampungan air. Disini, penghangat listrik lebih berfungsi untuk mencegah turunnya suhu air akibat pindah panas air ke udara pada saat suhu air lebih tinggi dari pada suhu udara atau biasa terjadi pada saat malam hari. Kedua sistem tersebut terintegrasi dalam suatu bangunan pembenihan terkendali seperti pada Gambar 3.



Gambar 2. Skema Kolektor Surya Plat Datar.



Gambar 3. Bangunan Pembenihan Terkendali.

Tabel 1. Analisis Statistik Percobaan I selama 2 Hari untuk Tiga Perlakuan

| No | Analisis         | Suhu ruang (°C) |      |      | Suhu lingkungan (°C) |      |      | RH (%) |    |    |
|----|------------------|-----------------|------|------|----------------------|------|------|--------|----|----|
|    |                  | P1              | P2   | P3   | P1                   | P2   | P3   | P1     | P2 | P3 |
| 1. | Rata-rata        | 29.2            | 29.0 | 29.4 | 29.0                 | 28.8 | 29.4 | 81     | 81 | 79 |
| 2. | Minimum          | 27.4            | 27.2 | 27.5 | 25.6                 | 25.4 | 25.5 | 78     | 78 | 76 |
| 3. | Maksimum         | 30.9            | 30.8 | 31.3 | 32.5                 | 32.1 | 33.3 | 85     | 84 | 83 |
|    | Standard deviasi | 1.8             | 1.8  | 1.9  | 3.5                  | 3.4  | 3.9  | 4      | 3  | 4  |

- \*) P1 = Tanpa resirkulasi
- \*) P2 = Resirkulasi tanpa pengendalian
- \*) P3 = Resirkulasi dengan pengendalian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

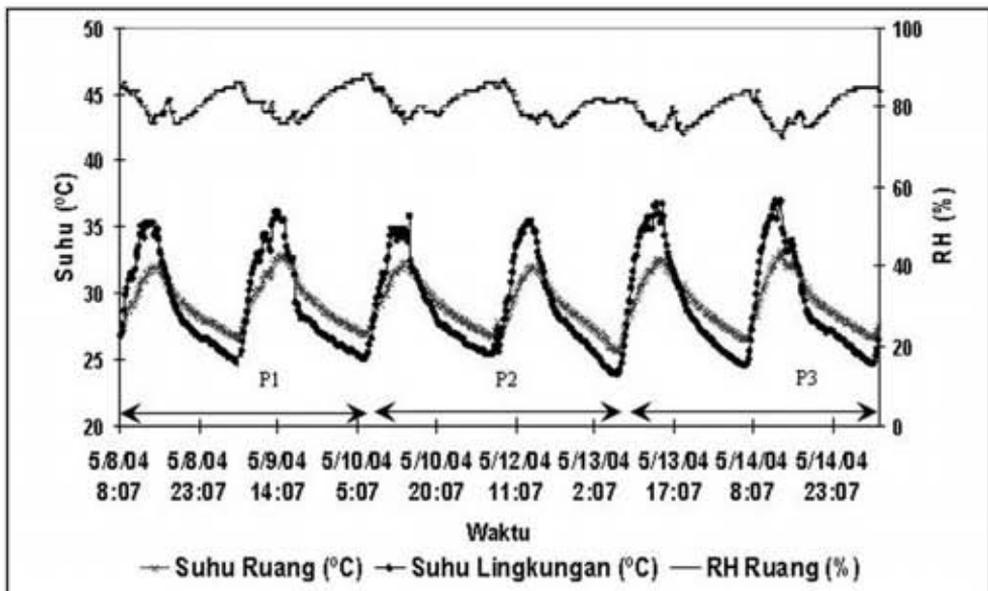
### Hasil Percobaan

Percobaan I menunjukkan bahwa fluktuasi suhu ruang pembenihan lebih rendah daripada suhu lingkungan (Gambar 4). Hal itu disebabkan oleh penggunaan sistem resirkulasi udara tertutup dari ruang pembenihan ke kolektor surya. Adanya sistem resirkulasi udara tertutup memungkinkan panas yang diperoleh dari kolektor surya akan terus terakumulasi di dalam udara ruang.

Panas yang terakumulasi tersebut dipertahankan dengan cara menjaga kondisi ruang agar selalu tertutup sehingga meminimalisasi perpindahan panas ke luar sistem.

### [Tabel . Analisis Statistik Percobaan I selama 2 Hari untuk Tiga Perlakuan]

Hasil analisis statistik percobaan I terdapat pada Tabel 1. Terlihat bahwa standar deviasi pada suhu ruang lebih kecil daripada standar deviasi suhu lingkungan. Suhu ruang memiliki nilai standar deviasi kurang dari 2, sedangkan



Gambar 4. Suhu dan Kelembaban dengan Tiga Perlakuan.

Tabel 2. Analisis Statistik Suhu Ruang Pada Percobaan I selama 6 Hari untuk Perlakuan 3 (P3)

| No. | Percobaan 1<br>Resirkulasi dengan pengendalian (P3)<br>selama 6 hari | Suhu ruang<br>(°C) | Suhu lingkungan<br>(°C) | RH<br>(%) |
|-----|--|--------------------|-------------------------|-----------|
| 1.  | Rata-rata  | 28.7               | 27.9                    | 81        |
| 2.  | Minimum  | 26.7               | 24.9                    | 76        |
| 3.  | Maksimum   | 30.7               | 30.9                    | 86        |
|     | Standard deviasi   | 2.0                | 3.0                     | 5         |

suhu lingkungan memiliki standar deviasi lebih besar dari 3. Hal tersebut menunjukkan penggunaan sistem ruang tertutup mampu memberikan standar deviasi yang cukup rendah. Dengan standar deviasi yang rendah maka fluktuasi suhu akan lebih stabil.

Pada Tabel 1 sekilas terlihat bahwa rata-rata suhu ruang perlakuan P3 relatif lebih tinggi, yaitu sebesar 29.4 °C dengan standar deviasi sebesar 1.9 °C, dibandingkan dengan perlakuan P1 yaitu sebesar 29.2 °C dan perlakuan P2 yaitu sebesar 29.0 °C dengan standar deviasi masing-masing sebesar 1.8 °C. Namun jika lebih dicermati, rata-rata suhu ruang P3 sama dengan rata-rata suhu lingkungannya. Sedangkan rata-rata suhu ruang P1 dan P2 menunjukkan perbedaan 0.2 derajat lebih tinggi dari pada rata-rata suhu lingkungannya. Hal tersebut lebih disebabkan oleh panas yang diperoleh udara ruang pada P3 cenderung mengalami perpindahan ke lingkungan daripada digunakan untuk menguapkan air sehingga menyebabkan turunnya rata-rata suhu ruang pada saat suhu ruang lebih besar daripada suhu lingkungan pada malam hari. Analisis tersebut diperkuat oleh : (i) standar deviasi suhu lingkungan P3 lebih besar dari pada P1 dan P2 yang berarti bahwa suhu lingkungan P3 lebih panas pada siang hari atau lebih dingin pada malam hari atau keduanya, jika dibandingkan P1 dan P2, (ii) rendahnya rata-rata kelembaban ruang pada P3 yaitu sebesar 79 %.

Kondisi tersebut menunjukkan bahwa kandungan uap air di ruang pembenihan cenderung lebih sedikit jika dibandingkan P1 dan P2 yaitu sebesar 81 %.

Untuk mencapai kondisi yang mendekati P1 dan P2, maka Percobaan I Perlakuan 3 (P3) dilakukan selama 6 hari secara berturut-turut. Tabel 2 menunjukkan bahwa rata-rata kelembaban ruang P3 selama 6 hari berturut-turut adalah 81 % sama dengan rata-rata kelembaban ruang pada P1 dan P2. Dengan rata-rata kelembaban tersebut, terlihat bahwa rata-rata suhu ruang lebih tinggi 0.8 °C dari pada rata-rata suhu lingkungannya. Rata-rata suhu ruang yaitu sebesar 28.7 °C dengan standar deviasi 2 °C, sedangkan rata-rata suhu lingkungan sebesar 27.9 °C dengan standar deviasi 3 °C. Kondisi tersebut menandakan bahwa pengendalian terhadap kolektor surya sebagai unit pemanas udara mampu memberikan hasil rata-rata suhu ruang lebih tinggi dan lebih stabil daripada suhu lingkungannya dibandingkan dengan tanpa pengendalian.

Lebih besarnya panas jenis yang dimiliki air dibanding udara mengakibatkan fluktuasi suhu udara ruang lebih besar daripada fluktuasi suhu air (Gambar 5 dan 6). Keadaan tersebut juga dapat dilihat melalui perbandingan standar deviasi suhu ruang pembenihan pada Tabel 3 yang selalu lebih besar daripada standar deviasi suhu air pada Tabel 4. Dengan memperkecil fluktuasi

Tabel 3 . Analisis Statistik Suhu Ruang Pada Percobaan II selama 6 Hari untuk Setiap Perlakuan

| No | Percobaan 2               | Tanpa Penghangat Listrik |                  | Dengan Penghangat Listrik |
|----|---------------------------|--------------------------|------------------|---------------------------|
|    |                           | Air Statis               | Air Tersirkulasi | Air Tersirkulasi          |
| 1. | Suhu ruang rata-rata (°C) | 27.9                     | 27.7             | 29.4                      |
| 2. | Suhu ruang minimum (°C)   | 26.2                     | 26.2             | 27.8                      |
| 3. | Suhu ruang maksimum (°C)  | 29.6                     | 29.2             | 30.9                      |
|    | Standar deviasi (°C)      | 1.7                      | 1.5              | 1.6                       |

Tabel 4 . Analisis Statistik Suhu Air Pada Percobaan II selama 6 Hari Untuk Setiap Perlakuan

| No | Percobaan 2             | Tanpa Penghangat Listrik |                  | Dengan Penghangat Listrik |
|----|-------------------------|--------------------------|------------------|---------------------------|
|    |                         | Air Statis               | Air Tersirkulasi | Air Tersirkulasi          |
| 1. | Suhu air rata-rata (°C) | 27.6                     | 27.6             | 30.6                      |
| 2. | Suhu air minimum (°C)   | 27.0                     | 26.9             | 30.1                      |
| 3. | Suhu air maksimum (°C)  | 28.3                     | 28.4             | 31.1                      |
|    | Standar deviasi (°C)    | 0.6                      | 0.7              | 0.5                       |

Tabel 5. Perbandingan kebutuhan energi

| Kebutuhan            | Penghangat kompor |               | Penghangat kombinasi |               |
|----------------------|-------------------|---------------|----------------------|---------------|
|                      | per hari          | per 30 hari   | per hari             | per 30 hari   |
| Minyak tanah (liter) | 8                 | 240           | -                    | -             |
| Beban listrik (kwh)  | -                 | -             | 9.26                 | 277.92        |
| Total blaya          |                   | Rp 576 000,00 |                      | Rp 133 370,00 |

<sup>\*)</sup> Harga Minyak tanah / liter = Rp 2 400,00

<sup>\*)</sup> Beban Penghangat kombinasi = Penghangat listrik 350 Watt + Kontroler penggerak kipas 12V/3A.

suhu udara ruang pembenihan maka akan memperkecil standar deviasi suhu air pembenihan.

Hasil analisis statistik suhu air pada percobaan II ditunjukkan pada Tabel 4. Terlihat bahwa dengan aplikasi sistem resirkulasi udara terkendali dapat memberikan baik rata-rata suhu air statis maupun air tersirkulasi tanpa penghangat listrik sebesar 27.6 °C dengan standar deviasi sebesar 0.6 °C pada air statis dan 0.7 °C pada air tersirkulasi. Dengan penambahan penghangat listrik sebesar

350 Watt dapat meningkatkan suhu air rata-rata hingga 30.6 °C dengan standar deviasi 0.5 °C (Gambar 7). Dengan standar deviasi air yang rendah, maka fluktuasi suhu air menjadi lebih rendah dan memperkecil resiko kematian benih ikan.

Dengan demikian, percobaan II menunjukkan bahwa kolektor surya sebagai unit penghangat terkendali juga mampu memberikan hasil rata-rata suhu air yang optimal dengan standar deviasi yang rendah.

**Penggunaan Energi**

Dengan membandingkan kebutuhan penggunaan energi antara penghangat dengan menggunakan kompor minyak tanah dan penghangat dengan kombinasi kolektor surya-pemanas listrik maka terlihat bahwa kebutuhan energi penghangat kombinasi jauh lebih hemat jika dibandingkan dengan penghangat kompor. Saat ini, penggunaan penghangat kombinasi dapat menekan biaya penghangatan sampai 76.85 %

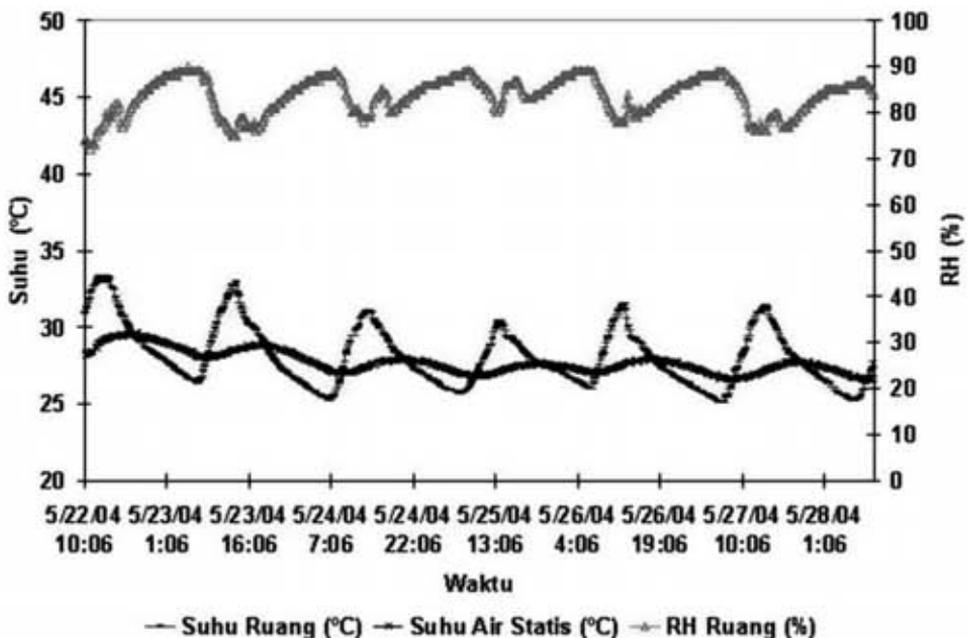
2. Penambahan penghangat listrik otomatis sebesar 350 Watt pada sistem penghangat dengan kolektor surya terkendali mampu memberikan suhu air rata-rata hingga 30.6 °C serta mengurangi fluktuasi suhu air dengan standar deviasi sampai 0.5 °C.
3. Penggunaan penghangat kombinasi dapat menghemat penggunaan energi dan menekan biaya penghangatan hingga 76.85 %.

**KESIMPULAN**

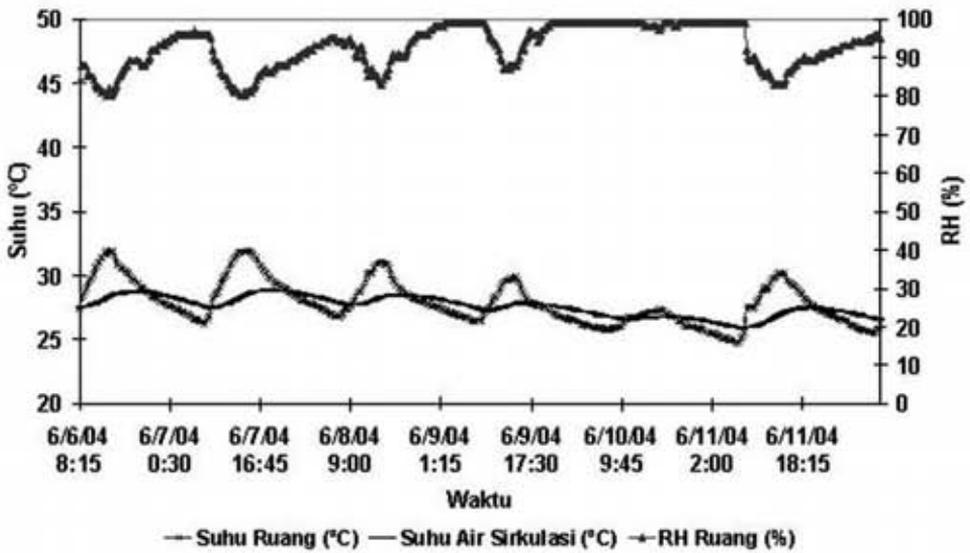
1. Sistem kendali on-off yang diterapkan untuk sistem resirkulasi udara dari ruang pembenihan ke kolektor surya mampu meningkatkan rata-rata suhu udara ruang pembenihan sampai 29.4 °C dan mengurangi kehilangan panas ruang pembenihan.

**UCAPAN TERIMA KASIH**

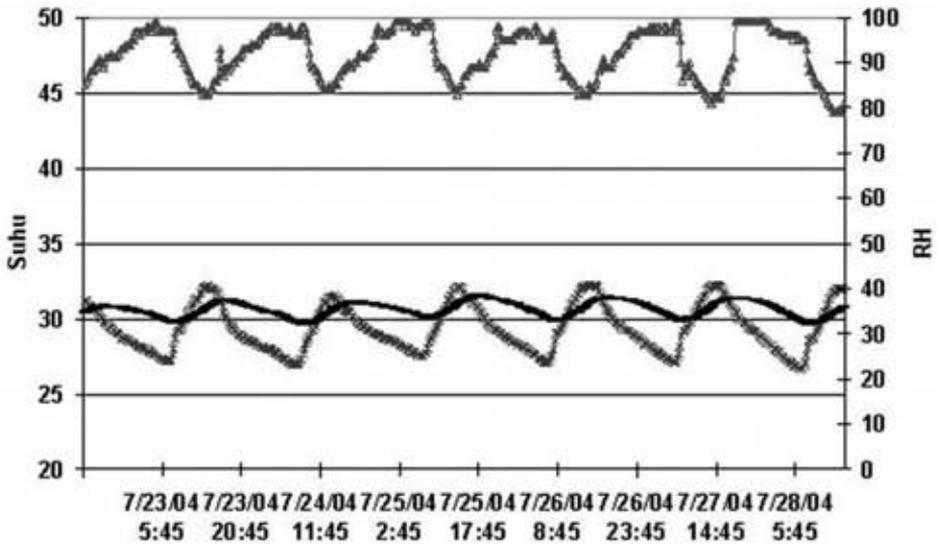
Riset ini merupakan bagian dari RUT X 2003-2005 berjudul Rancang Bangun Sistem Resirkulasi Air Terkendali untuk Pembenihan Ikan Patin (*Pangasius hypophthalmus*). Penulis mengucapkan terima kasih kepada Dewan Riset Nasional atas dukungan finansial dalam menyelenggarakan riset ini.



Gambar 5. Suhu dan Kelembaban Tanpa Resirkulasi Air Tanpa Penghangat Listrik.



Gambar 6. Suhu dan Kelembaban dengan Resirkulasi Air Tanpa Penghangat Listrik.



Gambar 7. Suhu dan Kelembaban dengan Resirkulasi Air dan Penghangat Listrik 350 Watt.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Ardiansyah, B.I. Setiawan, dan I D. M. Subrata, 2004. Pemodelan Sistem Filtrasi Terkendali pada Sistem Resirkulasi Pembenihan Ikan. *Jurnal Keteknikan Pertanian*. Vol.18, No.3, Desember 2004. ISSN 0216-3365.
- Hermanto, M. B., 2004. Skripsi. Efektifitas Kombinasi Penghangat Air Terkendali pada Sistem Resirkulasi Air untuk Pembenihan Ikan Patin (*Pangasius Hypophthalmus*) Ruang Tertutup. Departemen Teknik Pertanian. Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Hermanto, M.B., B. I. Setiawan, dan Rudiyanto. 2004. Efektifitas Kombinasi Penghangat Air Terkendali pada Sistem Resirkulasi Air pada Pembenihan Ikan. *Proceedings of International Seminar on Advanced Agricultural Engineering and Farmwork Operation*. Bogor, 25-26 Agustus 2004, ISBN 979-96105-2-4.
- Hernowo, 2003. *Pembenihan Patin*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Khairuman dan D. Sudenda, 2002. *Budi Daya Patin secara Intensif*. Agro Media Pustaka. Jakarta.
- Lesmana D.S., 2002, *Kualitas Air untuk Ikan Hias Air Tawar*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Rudiyanto, B. I. Setiawan, dan L. O. Nelwan, 2003. Simulasi Pemanfaatan Kolektor Surya sebagai Penghangat Air Terkendali pada Unit Pembenihan Ikan Patin. *Jurnal Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi*. 2(1), 28-33. ISSN 1411-1071.
- Setiawan, B. I., L. O. Nelwan, dan Sukenda. 2004. *Rancang Bangun Sistem Resirkulasi Air Terkendali Untuk Pembenihan Ikan Patin (Pangasius hypophthalmus)*. Laporan RUT X LPPM IPB. Bogor.