

ANALISIS LAJU PERPINDAHAN PANAS RADIASI PADA INKUBATOR PENETASTELUR AYAM BERKAPASITAS 30 BUTIR

Adib Johan F.¹⁾, Ana Mufarida²⁾, Ahmad Efan N.³⁾

^{1,2,3)}Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember

E-mail: ¹⁾adhibjohan28@gmail.com, ²⁾nelyana_munfarida@yahoo.com,

³⁾efaneste@gmail.com

Abstract

Mesin tetas merupakan salah satu media yang berupa *box* dengan konstruksi yang sedemikian rupa sehingga panas di dalamnya tidak terbuang dengan sia-sia. Suhu di dalam *box* dapat diatur sesuai ukuran derajat panas yang dibutuhkan selama periode penetasan. Prinsip kerja penetasan telur dengan mesin tetas ini sama dengan induk unggas. Seiring dengan berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi, penetasan telur ayam yang semula di tetaskan pada induk ayam dirasa kurang efisien di karenakan induk ayam dalam 21 hari hanya mengerami telurnya saja, sedangkan apabila dilakukan penetasan dengan mesin penetas induk ayam dapat segera dapat memproduksi telur kembali. Akan tetapi penetas telur ayam membutuhkan suhu yang pas untuk menetas telur ayam sehingga dapat menghasilkan bibit ayam unggulan. Maka untuk mengetahui suhu penetasan yang paling baik dilakukkaan penelitian perpindahan panas radiasi pada inkubator penetas telur agar diperoleh suhu penetasan yang paling baik. Untuk suhu 36-37°C didapatkan telur yang menetas sebanyak 10 butir, 37-38°C menetas 15 dan pada suhu 38-39°C menetas 22.

Kata kunci: Penetas Telur, Radiasi.

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penetasan telur ayam kampung semula ditetaskan pada induk ayam dirasa kurang efisien dikarenakan induk ayam selama 21 hari hanya mengerami telur tersebut, sedangkan apabila dilakukan penetasan telur pada inkubator penetas induk ayam dapat segera memproduksi telurnya kembali, akan tetapi penetasan telur ayam membutuhkan suhu yang sesuai dengan suhu induk ayam sehingga didapatkan kualitas bibit anak ayam yang unggul, suhu yang di terapkan pada penelitian ini yaitu 37°, 38°, 39°C.

1.2 Rumusan Masalah

Sesuai dari latar belakang diatas maka rumusan masalah disusun sebagai berikut:

1. Berapakah laju perpindahan panas yang terjadi pada ruang inkubator?

2. Berapakah suhu yang efektif untuk penetasan telur dengan suhu 37°C, 38°C, 39°C?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui laju perpindahan panas yang terjadi pada ruang inkubator.
2. Untuk mengetahui suhu yang efektif untuk penetasan telur dengan suhu 37°C, 38°C, 39°C.

1.4 Batasan Masalah

Agar penelitian lebih terfokus, maka batasan masalah dari penelitian ini yaitu:

1. Lampu pijar yang digunakan dengan daya 20 W.
2. Dinding inkubator menggunakan multipleks multiplek MDF (*medium density fiberboard*).
3. Jumlah lampu pijar yang digunakan 2 buah.
4. Pengambilan telur dilakukan secara acak.
5. Tidak membahas konduktivitas termal pada telur.

1.5 Manfaat Penelitian

1.5.1 Bagi Industri kecil

1. Sebagai masukan untuk mencari hasil tetas telur terbaik.
2. Sebagai masukan untuk mencari efektivitas suhu penetasan terbaik.

1.5.2 Bagi Almamater

1. Memperdalam dan memperluas wawasan dalam bidang pendidikan dan penelitian (*research*) sehingga Universitas bisa memberikan kontribusi bagi pengembangan pendidikan di fakultas teknik mesin khususnya.
2. Serta sebagai bentuk pengembangan teknik penulisan karya tulis ilmiah.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Mesin Penetas Telur

Mesin tetas merupakan salah satu media yang berupa box dengan konstruksi yang sedemikian rupa sehingga panas di dalamnya tidak terbuang. Suhu di dalam box dapat diatur sesuai ukuran derajat panas yang dibutuhkan selama periode penetasan. Prinsip kerja penetasan telur dengan mesin tetas ini sama dengan induk unggas.

2.2 Perpindahan Panas

2.2.1 Cara-Cara Perpindahan Panas

Perpindahan panas dapat didefinisikan sebagai perpindahannya energi dari suatu daerah lainnya sebagai akibat dari beda suhu antara daerah-daerah tersebut. Karena perbedaan suhu terdapat diseluruh alam semesta.

Perpindahan panas mengenal 3 cara perpindahan panas yang berbeda yaitu konduksi dapat juga dikenal dengan istilah hantaran, radiasi dan konveksi. Jika kita berbicara secara tepat, maka hanya konduksi dan radiasi dapat di golongkan sebagai proses perpindahan panas, karena hanya kedua mekanisme ini dapat terjadi di karenakan adanya beda suhu. Yang disebut terakhir dari ketiga cara itu, yaitu konveksi (Kreith, 1997: 4).

2.2.2 Konduktivitas Termal

Konduktivitas atau kehantaran termal adalah suatu besaran intensif bahan

yang menunjukkan kemampuannya untuk menghantarkan suatu energi panas. Konduktivitas termal merupakan suatu fenomena transport dimana perbedaan temperatur menyebabkan transfer energi termal dari suatu daerah benda panas ke daerah yang sama dengan temperatur yang lebih rendah (http://id.wikipedia.org/wiki/konduktivitas_termal).

2.3 Perpindahan Panas Secara Konveksi

Konveksi adalah perpindahan panas yang terjadi antara permukaan padat dengan fluida yang mengalir di sekitarnya, dengan menggunakan media penghantar berupa fluida (cair/gas) karena perbedaan suhu diantara keduanya (benda-fluida) konveksi terbagi menjadi dua bagian yaitu:

2.3.1 Konveksi alami

Perpindahan panas konveksi alami adalah perpindahan panas yang disebabkan oleh beda suhu dan benda rapat saja dan tidak ada tenaga dari luar yang mendorongnya. Contohnya yaitu plat panas dibiarkan udara sekitar tanpa ada sumber gerakan dari luar.

2.3.2 Konveksi Pakas

Perpindahan panas konveksi paksa adalah perpindahan panas aliran gas atau cairan yang disebabkan adanya tenaga dari luar. Contohnya yaitu plat panas yang dihembuskan oleh kipas/blower (Umrowati dkk, 2011 : 2).

2.4 Perpindahan Panas Secara Radiasi

Radiasi adalah proses perpindahan panas melalui gelombang elektromagnet atau paket-paket energi (*photon*) yang dapat di bawah sampai jarak yang sangat jauh tanpa memerlukan interaksi dengan medium (ini yang menyebabkan mengapa perpindahan panas radiasi sangat penting pada ruang vakum), selain itu jumlah energi yang dipancarkan sebanding dengan temperatur benda tersebut. Kedua hal tersebut yang membedakan antara peristiwa perpindahan panas konduksi-konveksi dengan perpindahan panas radiasi. Sedangkan perpindahan panas radiasi

ialah distribusi energi berupa panas yang terjadi melalui pancaran gelombang cahaya dari suatu zat ke zat yang lain tanpa zat perantara, besar kecilnya radiasi suatu benda tergantung pada suhu benda dan jaraknya. Semakin tinggi suhunya semakin besar radiasi yang dikeluarkan, dan semakin jauh jaraknya semakin kecil pancaran panasnya. Persamaan dasar perpindahan panas radiasi adalah:

$$P = e \sigma AT^4 \text{ (Joule)}$$

Dimana:

P = Daya radisai/energi radiasi setiap waktu (Joule)

e = Emisifitas bahan

A = Luas penampang (m^2)

T = Suhu (kelvin)

σ = Konstanta steven bolzmann ($5,67 \times 10^{-8}$)

2.4.1 Radiasi Benda Hitam

Sebuah benda hitam, dengan radiator ideal, adalah sebuah benda yang pada suhu berapapun memancarkan atau menyerap jumlah radiasi semaksimal mungkin pada panjang-gelombang tertentu yang mana pun. Radiator ideal adalah pengertian teoritik yang menetapkan batas-atas pada pemancaran radiasi sesuai dengan hukum kedua termodinamika. Radiator ideal merupakan standart dengan mana ciri-ciri radiasi zat-antara lainnya dibandingkan (Kreith, 1997:237).

2.5 Pengertian Telur Ayam Kampung

Telur ayam kampung merupakan salah satu bahan makanan yang dihasilkan dari ternak ayam kampung, berbentuk bulat sampai lonjong dengan berat yang relatif lebih kecil dari telur ayam negeri yaitu sekitar 36-37 gram setiap butirnya dengan warna cangkang/kulitnya putih.

Meskipun telur ayam kampung berukuran lebih kecil, warna kulitnya lebih putih dan harganya lebih mahal dari telur ayam negeri, telur ayam kampung lebih diminati oleh masyarakat daripada telur ayam negeri. Sebagian masyarakat menganggap telur ayam kampung lebih nikmat sebab rasa amis dari bagian kuning telur tidak begitu menonjol dan justru lebih sehat. Anggapan bahwa telur ayam

kampung lebih sehat dan enak, karena ayam kampung lebih banyak mendapatkan makanan yang alami seperti biji-bijian, tanaman hijau, serangga dan cacing.

Telur ayam kampung dikonsumsi oleh masyarakat sebagai bahan makanan yang mempunyai nilai gizi tinggi karena banyak mengandung zat-zat yang dibutuhkan oleh tubuh diantaranya protein yang lengkap dengan asam amino, lemak, vitamin dan mineral dengan daya cerna tinggi (Dela dkk, 2013 : 10).

2.5.1 Kadar Air Telur

Kadar air dari telur sebelum inkubasi sebanyak 68,25% dari massa telur sebelum inkubasi dan biasanya 12% sampai dengan 14% banyaknya air yang diuapkan selama, inkubasi untuk telur itik bila terlalu rendah atau tinggi air yang diuapkan akan berpengaruh terhadap pertumbuhan embrio (Isa dkk, 2013:4).

2.5.2 Struktur Telur

Struktur fisik telur terdiri dari tiga bagian utama, yaitu kerabang telur 11%, putih telur 57% dan kuning telur 32%. Semua jenis telur unggas dan hewan mempunyai struktur yang sama, bagian luar terdiri dari kerabang yang tersusun dari zat kapur, di dalamnya terdapat selaput dan dua lapis yaitu selaput kulit dan selaput putih telur (Kusnadi, 200:18).

2.5.3 Kerabang Telur

Kerabang telur merupakan bagian telur yang paling keras, tersusun dari 95.1% garam-garam anorganik, 3,3% bahan organik (terutama protein), dan air. Kerabang telur biasanya kuat, halus, dan berkapur, ketebalan kerabang dipengaruhi dari faktor keturunan dari induknya, musin atau cuaca dan asupan makanan yang diberikan (Kusnadi, 2007:20).

2.5.4 Putih Telur

Putih telur terdiri dari 40% cairan kental dan sisanya berupa bahan setengah padat. Putih telur mengandung lima jenis protein yaitu *ovalbumin*, *ovomukoid*, *ovomusumin*, *ovokonalbumin* dan *ovoglobumin*. Bagian putih

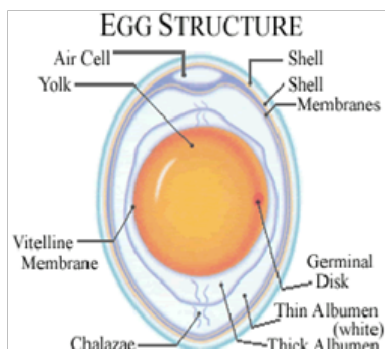
telur terdiri dari empat lapisan yang meliputi lapisan encer bagian luar 23,3 %, lapisan kental tengah 57,3%, lapisan encer dalam 16,8 % dan lapisan membran 17,6% (Kusnadi, 2007:37).

2.5.5 Kuning Telur (*Yolk*)

Bagian kuning telur (*yolk*) diselubungi dengan lapisan membran vitelline. Mambran ini berfungsi untuk melindungi kuning telur supaya tidak pecah dan mencegah supaya kuning telur tidak bercampur dengan albumen. Kuning telur ditahan di tengah-tengah albumen oleh dua struktur yang menyerupai kabel yang disebut dengan *chalazae*, *chalazae* merupakan semacam helian benang tebal dari putih telur, bukan merupakan bakal embrio ataupun penanda ketidak sempurnaan bagian telur , semakin jelas bagian *chalazae* pada telur menandakan telur masih dalam keadaan segar (Kusnadi, 2007:25).

2.5.6 Kantung Udara (*Air cell*)

Kantung udara merupakan ruang kosong yang terdapat diantara putih telur dan lapisan membran cangkang, kantung udara terletak pada bagian ujung telur yang lebih besar. Pada telur yang baru saja dikeluarkan oleh ayam, kondisi telur masih hangat dan kantung udara masih belum terbentuk, namun saat telur suhunya mulai menurun maka *outer membrane* pada cangkang mulai terpisah dari *inner mambrane*, dan membentuk kantung udara. Didalam telur juga terdapat bagian yang bernama *garminal disc*, yang merupakan saluran yang menuju ke pusat dari kuning telur (Hardianto dkk, 2012: 82).

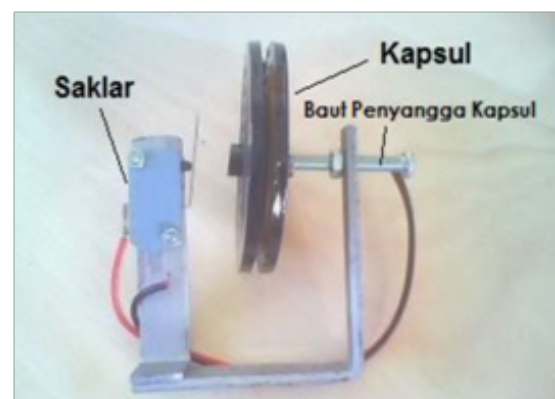


Gambar 1. Gambar Struktur Telur Ayam

2.6 Alat-Alat Penunjang Mesin Tetes

2.6.1 Thermostat

Thermostat alat ini berfungsi untuk mengatur temperatur dalam mesin tetes secara otomatis, cara kerjanya apabila terkena panas kapsul akan mengembang sehingga akan menekan *microswitch* (aliran listrik akan terputus), sebaliknya apabila suhu turun maka kapsul akan menipis dan akan menghidupkan kembali sumber panas dari lampu. Untuk mengaturnya dengan cara menaikkan atau menurunkan posisi kapsul dengan memutar baut penyangganya lewat lubang fertilisasi mesin penetas (Endriyani dkk, 2012: 80).



Gambar 2. Thermostat

2.6.2 Lampu Pijar

Lampu pijar adalah sumber cahaya buatan yang dihasilkan dengan penyaluran arus listrik melalui filamen yang kemudian memanaskan dan menghasilkan cahaya. Kaca yang menyelubungi filamen panas tersebut menghalangi udara untuk berhubungan dengannya sehingga filamen tidak akan langsung rusak akibat teroksidasi. Lampu pijar digunakan karena pancaran cahaya lampu pijar lebih merata dari pada menggunakan heater/pemanas, serta bila dihitung secara ekonomis lampu pijar lebih mudah di dapat dan murah harganya dari pada *heater/ pemanas* (Putra dkk, 2014:339).



Gambar 4. Lampu pijar

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental, yaitu metode yang digunakan untuk menguji dan menentukan variasi yang tepat terhadap penelitian yang sudah dilakukan dengan menambahkan beberapa perlakuan variasi.

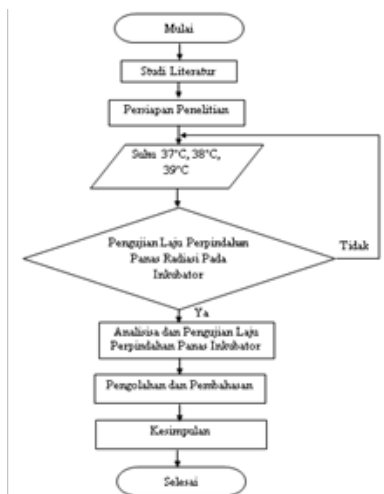
3.2 Waktu dan tempat

Penelitian akan dilakukan di jalan Ledjen Suprpto gang 8 dan di laboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Jember yang akan di mulai pada bulan Mei.

3.3 Alat dan Bahan

- a. Telur ayam kampung.
- b. Thermometer digital.
- c. Air.

3.4 DIAGRAM ALIR PENELITIAN



Gambar 5. Diagram alir penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Suhu Telur Terhadap Kemiringan Rak Telur

Mesin penetas telur sederhana pada penelitian ini menggunakan Inkubator Bahan inkubator multiplex MDF (*medium density fiberboard*), panjang MDF yaitu 35 cm, lebar 30 cm, tinggi 25 cm, dan tinggi pada kayu penyangga 30 cm.

Selanjutnya dilakukan pengujian alat untuk mengambil data yang akan digunakan sebagai bahan analisis kerja mesin. Pada penelitian ini digunakan 3 variabel pembanding suhu inkubator yaitu dengan suhu 37°C, 38°C, dan 39°C.

Pengambilan data dilakukan dengan melakukan 3 tahapan variabel yang berbeda dengan selang waktu 5 hari sekali pengujian dengan cara menaruh sensor pada bagian atas kulit telur ayam kampung dengan pemutaran rak telur dengan sudut 0°, 45°, dan 315° menggunakan 3 kali pemutaran selama 24 jam agar energi panas yang di pancarkan lampu pijar dapat merata ke seluruh bagian telur yang ada di inkubator.

4.1.1 Analisis Laju Perpindahan Panas Radiasi Suhu 36-37°C Pada Rak 0°



Gambar 6. Grafik laju perpindahan panas radiasi suhu 36-37°C

Dari gambar 6 di atas, laju perpindahan panas radiasi suhu 36-37°C pada pemutaran rak telur dengan sudut 0° diperoleh hasil yang berbeda-beda yaitu berkisar 0,9482 joule–0,9514 joule pada nomer telur 1-6 , kemudian

mengalami kenaikan pada nomor telur 7-12 berkisar 0,9489 joule–0,9521 joule dan terus naik pada nomor telur 13-18 berkisar 0,9531 joule–0,9553 joule , turun kembali pada nomor telur 19-24 berkisar 0,9504 joule–0,9521 joule dan suhu kembali turun dari 0,9484 joule–0,9511 joule.

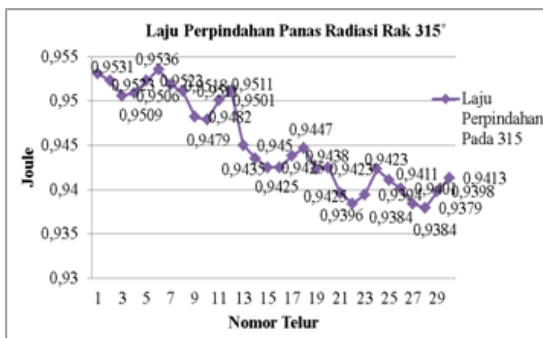
4.1.2 Analisis Laju Perpindahan Panas Radiasi Suhu 36-37°C Rak 45°



Gambar 7. Grafik laju perpindahan panas radiasi suhu 36-37°C

Sedangkan gambar 7 pada pemutaran rak telur 45° hasil laju perpindahan panas radiasi terus naik dari nomor telur 1-17, dengan kenaikan suhu tersebut berkisar 0,9364 joule-0,9455 joule dan stabil pada nomor telur 18-30 laju perpindahan panas radiasinya yaitu 0,9447 joule–0,9526 joule.

4.1.3 Analisis Laju Perpindahan Panas Radiasi Suhu 36-37°C Rak 315°



Gambar 8. Grafik laju perpindahan panas radiasi suhu 36-37°C

Pada gambar 8 pemutaran rak telur dengan sudut 315° di dapatkan hasil laju

perpindahan panas dengan laju tertinggi 0,9482 joule–0,9450 joule pada nomor telur 1-12, kemudian mengalami kenaikan secara stabil pada nomor telur 13-18 berkisar 0,9425 joule–0,9597 joule, kemudian turun secara bertahap pada nomor telur 19-30 berkisar 0,9379 joule–0,9423 joule.

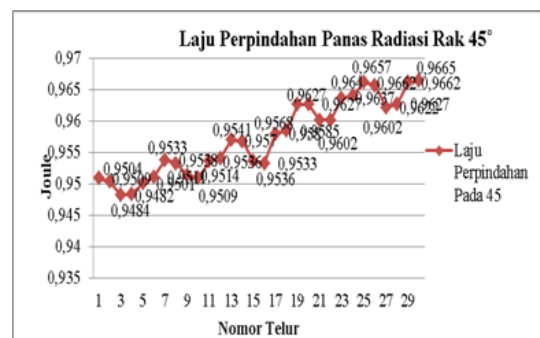
4.1.4 Analisis Laju Perpindahan Panas Radiasi Suhu 37-38°C Rak 0°



Gambar 9. Grafik laju perpindahan panas radiasi pada suhu 37-38°C

Dari gambar 9 diatas, laju perpindahan panas radiasi pada saat vareasi suhu 37-38°C pada pemutaran rak telur dengan sudut 0° diperoleh hasil yang berbeda-beda yaitu berkisar 0,9573 joule–0,9635 joule pada nomor telur 1-12 ,dan naik pada nomor telur 13-18 berkisar 0,9657 joule–0,9687 joule , kemudain turun kembali pada nomor telur 19-30 berkisar 0,9575 joule–0,9630 joule.

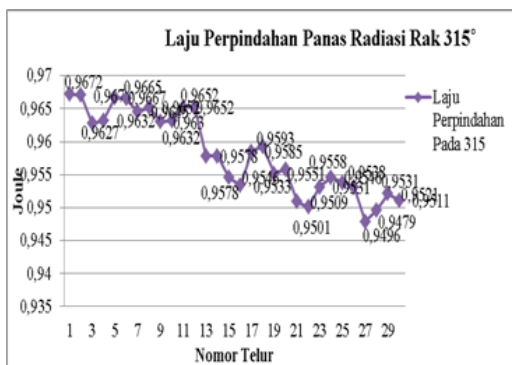
4.1.5 Analisis Laju Perpindahan Panas Radiasi Suhu 37-38°C Rak 45°



Gambar 10. Grafik laju perpindahan panas radiasi suhu 37-38°C

Sedangkan pada gambar 10 diatas pemutaran rak telur 45° diperoleh hasil yang berkisar 0,9482 joule–0,9511 joule dengan nomor telur 1-6, selanjutnya pada nomor telur 7-12 perlahan naik dari 0,9509 joule–0,9541 joule , kemudian pada nomor telur 13-18 niak kembali dari 0,9533 joule–0,9585 joule dan naik stabil berkisar 0,9602 joule–0,9665 joule pada nomor 19-30.

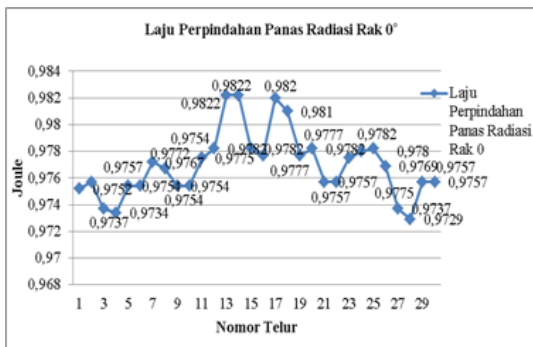
4.1.6 Analisis Laju Perpindahan Panas Radiasi Suhu 37-38°C Pada 315°



Gambar 11. Grafik laju perpindahan panas radiasi suhu 37-38°C

Dan pada gambar 11 pemutaran rak telur dengan sudut 315° didapatkan hasil laju perpindahan panas dari 0,9612 joule–0,9667 joule nomor telur 1-12, lalu naik kembali pada nomor telur 13-18 yaitu 0,9697 joule–0,9724 joule, kemudian suhu pada turun secara bertahap pada nomer telur 19-24 berkisar 0,9504 joule–0,9543 joule dan turun yaitu berkisar 0,9411 joule–0,9445 joule.

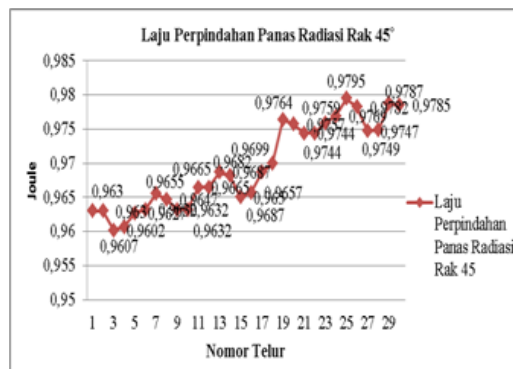
4.1.7 Analisis Laju Perpindahan Panas Radiasi Suhu 38-39°C Rak 0°



Gambar 12. Grafik laju perpindahan panas radiasi pada suhu 38-39°C

Dari gambar 12 di atas didapatkan ,laju perpindahan panas radiasi pada vareasi suhu 38-39°C pada pemutaran rak telur dengan sudut 0° diperoleh hasil yang beda yaitu berkisar 0,97624 joule–0,9782 joule pada nomor telur 1-12 , dan naik pada nomor telur 13-18 berkisar 0,9795 joule–0,9822 joule, kemudain turun kembali pada nomor telur 19-30 berkisar 0,9729joule–0,9782 joule.

4.1.8 Analisis Laju Perpindahan Panas Radiasi Suhu 38-39°C Rak 45°



Gambar 13. Grafik laju perpindahan panas radiasi pada suhu 38-39°C

Sedangkan pada gambar 13 pemutaran rak telur 45° diperoleh hasil yang berkisar 0,9602 joule–0,9630 joule pada nomor telur 1-6, pada nomor telur 7-12 perlahan naik dari 0,9632 joule–0,9655 joule, kemudian pada nomor telur 13-18 niak secara signifikan dari 0,9650 joule–0,9699 joule dan kemudian dengannaik stabil berkisar 0,9744 joule–0,9787 joule pada nomor 19-30.

4.1.9 Analisis Laju Perpindahan Panas Radiasi Suhu 38-39°C Rak 315°



Gambar 14. Grafik laju perpindahan panas radiasi pada suhu 38-39°C

Dan pada gambar 14 pemutaran rak telur dengan sudut 315° didapatkan hasil laju perpindahan panas dari 0,9772 joule–0,9802 joule sedangkan nomer telur 1-12, kemudian naik pada nomor telur 13-18 berkisar 0,9650 joule–0,9712 joule, turun secara bertahap pada nomor telur 19-30 berkisar 0,9632 joule–0,9692 joule.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat di tarik kesimpulan bahwa Dari pengukuran yang telah dilakukan pada percobaan pengujian laju perpindahan panas pada suhu 37°, 38° dan 39° dengan pemutaran rak secara teratur dengan sudut 0°, 45°, dan 315° di dapatkan bahwa kenaikan suhu tergantung dari pemutaran rak, apabila jarak antara lampu pijar dengan telur semakin jauh maka laju perpindahan panas radiasi yang terjadi pada kulit telur akan semakin besar sebaliknya jarak antara lampu pijar dengan kulit telur semakin jauh maka laju perpindahan panas yang terjadi pada telur akan semakin kecil.

Suhu ideal bagi penetasan telur dalam penelitian ini adalah suhu 38-39° karena pada suhu tersebut hasil tetas telur yang di hasilkan cukup besar yaitu 22 butir telur dapat menetas, dibandingkan dengan suhu 36-37°C dan 37-38°C hasil tetas dari suhu tersebut hanya dapat menetas 10 dan 15 telur yang dapat menetas saja.

5.2 Saran

Dalam penelitian ini masih terdapat hal-hal yang perlu disempurnakan untuk mendapatkan hasil yang lebih baik dan maksimal, maka peneliti dapat menyarankan untuk penelitian-penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Diperlukan variasi suhu ruangan hendak lah di coba untuk lebih tinggi karena hanya menggunakan suhu 37, 38, 39°C saja.
2. Diperlukan pengujian secara berulang untuk mendapatkan hasil tetas dengan suhu terbaik.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad Fauzi Putra, Andrizar, Werman Kaosep, dan Ratna Aisuwara. 2014. *Rancang Bangun Mesin Penetas Telur Itik Berbasis Mikrokontroler Menggunakan Metode Fuzzy Logic*. Padang: Fakultas teknologi Universitas Andalas.
- Ari Rahayunengtyas, Maulana Furqon dan Tegus Santosa. 2014. *Rancang Bangun Alat Penetas Telur Sederhana Menggunakan Sensor Suhu Dan Penggerak Rak Otomatis*. Pusat Pengembangan Teknologi Tepat Guna Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.
- Artanto R. 2002. *Perpindahan kalor Untuk Mahasiswa Teknik*. Jakarta: Penerbit Relangga Jakarta.
- Dela Prawita Muzla, Ratna Wulan dan Gusnadi. 2013. *Uji kualitas telur ayam ras terhadap lamanya penyimpanan berdasarkan sifat listrik*. Padang: Universitas Negri Padang.
- Endriyani dan Daniel Ashari. 2012. *Rancang bangun alat penetas telur semi Otomatis kapasitas industri rumah tangga*. Padang: Fakultas Teknik Universitas Andalas.
- Candra E, 2010. Perancangan mesin penetas telur dengan penggerak motor sinkron sebagai pengatur temperatur. Universitas Gunadarma.
- Humas E. 2010. *Analisa perpindahan panas dan uji eksperimental pada mesin penetas telur*. Surabaya: Fakultas Teknologi Industri, Institut Sepuluh November.
- F Kreith, 1997. *Perpindahan panas edisi tiga*. Penerbit Erlangga Jakarta 13740.
- I Made Resta, Nengah Arista dan Agus Tri Putra. 2012. *Kajian pengaruh lingkungan terhadap kondisi kelembaban relatif dan distribusi temperatur pada inkubator penetas telur*. Politeknik Negri Bali.
- Kusnadi. 2007. *Analisis sifat listrik telur ayam kampung selama dalam penyimpanan*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Pertanian Bogor.
- Koesjoko, 2013. *Panduan Panduan Penulisan Tugas Akhir*. Jember: Fakultas Teknik

Unmuh Jember.

Lintang Griyanika dan Indah Nurpriyanti. 2012. *The Effects Of The Brands Of Lamps On The Radiation Heat As The Heat Source Of Poultry Hatcheries*. Universitas Negeri Yogyakarta.

Mohd Isa Ibrahim, Ahmad Syuhada dan hamdani. 2013. *Analisa pengaruh kelembapan relatif dalam inkubator telur*. Magister Teknik Mesin Pascasarjana Universitas Syiah Kuala Banda Aceh.

Siti Umrowati, Muhammad Mahi dan Muharlin. 2011. *Analisis Pengaruh Perpindahan Panas Terhadap Kekarakteristik Lapisan Batas Pada Plat Datar*. Institut teknologi Sepuluh Nove