



JURNAL BASICEDU

Volume 7 Nomor 6 Tahun 2023 Halaman 3368 - 3378

Research & Learning in Elementary Education

<https://jbasic.org/index.php/basicedu>



Rancang Bangun Inkubator Yogurt Berbasis Mikrokontroler Arduino

Minnar Titis Santoso^{1✉}, Gitut Sudarto²

Universitas Negeri Surabaya, Indonesia^{1,2}

E-mail: minnarsantoso@unesa.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menciptakan alat inkubator yogurt berbasis mikrokontroler arduino dengan penggunaan dan pengontrolannya yang mudah serta bertujuan untuk menguji keefektifan kinerja alat. Metode penelitian yang digunakan yaitu R and D. Hasil penelitian yaitu berupa alat inkubator yogurt berbasis mikrokontroler arduino. Hasil uji coba keefektifan kinerja alat meliputi uji coba sensor suhu, pengujian timer, pengujian intensitas cahaya lampu pijar, pengujian LCD inkubator yogurt, dan uji coba alat untuk inkubasi yogurt efektif digunakan dalam proses inkubasi dengan fungsi-fungsi yang bekerja maksimal. Hasil validasi oleh ahli materi dan media menyatakan produk layak digunakan. Hasil kuesioner untuk penilaian produk oleh pengguna menyatakan produk layak digunakan kecuali pada aspek kemudahan penggunaan petunjuk pengoperasian alat yang interpretasinya cukup layak. Inkubator yogurt berbasis mikrokontroler arduino memiliki beberapa keunggulan yaitu kapasitas unit yang relatif besar untuk menampung 10 liter susu. Keunggulan lainnya yaitu harga komponen arduino yang relative murah, kemudahan dalam penggantian komponen lampu pijar sebagai sumber panas, kemudahan dalam penggunaan alat karena dilengkapi dengan fungsi- fungsi yang mendukung dan kemudahan dalam pengontrolan produk.

Kata Kunci: Inkubator, Arduino, Yogurt.

Abstract

This research aims to create a yogurt incubator based on an Arduino microcontroller with easy use and control and aims to test the effectiveness of the tool's performance. The research method used is R and D. The results of the research are in the form of a yogurt incubator based on an Arduino microcontroller. The results of testing the effectiveness of tool performance include testing temperature sensors, testing timers, testing the light intensity of incandescent lamps, testing LCD yogurt incubators, and testing tools for effectively incubating yogurt used in the incubation process with functions that work optimally. The validation results by material and media experts stated that the product was suitable for use. The results of the questionnaire for product assessment by users stated that the product was suitable for use except for the ease of use aspect of the tool operating instructions where the interpretation was quite feasible. The Arduino microcontroller-based yogurt incubator has several advantages, namely the unit's relatively large capacity to accommodate 10 liters of milk. Other advantages include the relatively cheap price of Arduino components, ease of replacing incandescent lamp components as a heat source, ease of use of the tool because it is equipped with supporting functions and ease of product control.

Keywords: Incubator, Arduino, Yogurt.

Copyright (c) 2023 Minnar Titis Santoso, Gitut Sudarto

✉Corresponding author :

Email : minnarsantoso@unesa.ac.id

DOI : <https://doi.org/10.31004/basicedu.v7i6.6125>

ISSN 2580-3735 (Media Cetak)

ISSN 2580-1147 (Media Online)

Jurnal Basicedu Vol 7 No 6 Tahun 2023
p-ISSN 2580-3735 e-ISSN 2580-1147

PENDAHULUAN

Seiring berjalannya waktu, ilmu pengetahuan dan teknologi terus berkembang dan memberikan kontribusinya terhadap kemajuan di dunia pendidikan. Kemajuan ini dapat ditinjau dari perkembangan berbagai peralatan praktikum di laboratorium pendidikan yang sudah mengadopsi berbagai macam teknologi dengan tujuan untuk memudahkan penggunaan dan meringankan pekerjaan dari manusia dalam hal pengontrolan. Dengan menggunakan alat berbasis teknologi, diharapkan hasil dari percobaan dalam kegiatan praktikum lebih akurat, tepat dan berkualitas. Inkubator merupakan salah satu peralatan praktikum di laboratorium Teknologi Pangan yang sangat penting dalam mendukung pelaksanaan kegiatan praktikum membuat yogurt. Inkubator digunakan untuk melakukan proses inkubasi pada susu dalam proses pembuatan yogurt. Prinsip kerja inkubator yaitu mengubah energi listrik menjadi energi panas (Wirada, 2022). Energi panas ini dimanfaatkan untuk proses inkubasi susu yaitu mengembangbiakan bakteri fermentasi dalam pembuatan yogurt. Keterbatasan alat di laboratorium Teknologi Pangan menyebabkan pembuatan yogurt menggunakan metode konvensional. Metode konvensional dalam pembuatan yogurt memiliki kelemahan yaitu kurang steril dan sulitnya pengontrolan suhu dan waktu. Yogurt adalah minuman fermentasi yang baik bagi kesehatan manusia (Agusti Wulanningsih, 2022). Yogurt merupakan minuman hasil fermentasi susu dengan bentuk seperti bubur atau es krim dengan rasa agak asam (Pamela, Vega Yoeseptn, 2022). Dalam proses fermentasi yogurt diperlukan bakteri *Streptococcus thermophilus* dan *Lactobacillus bulgaricus*. Bakteri ini akan berkembang dengan baik pada suhu berkisar antara 40°C hingga 45°C dalam waktu 3 hingga 24 jam (Vionita, R, 2015). Proses fermentasi dalam pembuatan yogurt merupakan proses yang sangat penting dalam menentukan mutu produk yogurt (Nadialista Kurniawan, 2021). Proses fermentasi atau inkubasi yang baik dipengaruhi oleh kestabilan suhu dan pengaturan waktu yang tepat sehingga dapat menghasilkan produk yogurt dengan tingkat kematangan yang tepat dan berkualitas. Tingkat kematangan yogurt dapat dipastikan dengan suhu kematangan 39°C dalam waktu pemanasan selama 10 jam (Handoko, U.D, Hardhienata, n.d.). Sehingga diperlukan suatu sistem pengaturan suhu dan waktu pada inkubator yogurt. Sistem pengaturan suhu dan waktu pada inkubator yogurt akan memudahkan manusia dalam sistem pengontrolan atau pengawasan. Sistem ini disebut dengan sistem otomatis menggunakan mikrokontroler arduino dengan keunggulan yaitu harga yang relative murah, mudah digunakan dan memiliki tempat penyimpanan data (Novianto et al., 2019). Inkubator yogurt dengan sistem otomatis berbasis mikrokontroler arduino diharapkan mampu memperingan pekerjaan manusia dalam pengontrolan dan pengawasan dalam membuat yogurt serta memberikan hasil yang akurat dan tepat. Berdasarkan penelitian sebelumnya (Purwandaru et al., 2021) tentang rancang bangun fermentor yogurt susu kambing etawa dengan sistem kontrol sensor pH 4502C dan Suhu DS18B20 berbasis arduino Uno R3 Hasil percobaan fermentor selama 2-8 jam menggunakan sensor suhu DS18B20 menunjukkan profil suhu stabil rentang 35C-45C, rata-rata %error 6.1%, dan menunjukkan performa kerja sensor suhu DS18B20 dapat bekerja dengan baik untuk mengukur suhu selama proses fermentasi yogurt. Sedangkan hasil percobaan menggunakan sensor pH 4502C menunjukkan profil nilai pH beragam pada rentang 5.1-6.8, rata-rata %error 12.6%, dan menunjukkan performa kerja sensor pH 4502C kurang baik apabila digunakan untuk mengukur pH yogurt. Berdasarkan penelitian (Al Riza et al., 2015) tentang Rancang Bangun Fermentor Yogurt Dengan Sistem Kontrol Logika Fuzzy Menggunakan Mikrokontroler Atmega32 Hasil uji sistem pengendalian suhu fermentor menunjukkan bahwa dengan menggunakan algoritma fuzzy sistem pengendalian lebih stabil dengan setting time selama 1 jam 20 menit dan rata-rata error sebesar -0,36 °C. Proses fermentasi selama 16 jam menggunakan fermentor dengan kontroler fuzzy menghasilkan yogurt dengan pH sebesar 3,66, jumlah mikroba *Lactobacillus* sp. sebanyak 4,85 x 10⁸ cfu/mL, dan *Streptococcus* sp. sebanyak 1,34 x 10⁶ cfu/mL. Berdasarkan penelitian (Haq et al., 2018) tentang Peningkatan Produktivitas Peternak Sapi Perah Melalui Penerapan Teknologi Inkubator Fermentasi Susu Penghasil Yogurt di Kecamatan Licin Kabupaten Banyuwangi bahwa komponen utama untuk mengendalikan inkubator ini adalah Arduino

yang dihubungkan pada driver relay. Relay ini yang digunakan sebagai saklar mematikan dan menyalakan pemanas dan pendingin yang terdapat dalam inkubator. Pengujian dilakukan terhadap keakurasian pembacaan PH, sensor suhu, pengujian fermentasi susu. Pengujian fermentasi dibuat dengan menggunakan susu sebanyak 5 liter dan didapatkan hasil yaitu rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk menurunkan suhu sekitar dari 80°C ke 40°C adalah 48.8 menit. Sedangkan untuk proses pasteurisasi tergantung dari pemberian bakteri dan banyaknya susu yang akan difermentasi. Rancang bangun Inkubator yogurt berbasis mikrokontroler arduino terdiri dari bagian rangka dan body yang terbuat dari bahan kayu yang dilapisi alumunium untuk menjaga kestabilan suhu dan tidak mudah berkarat. Inkubator dengan dimensi 4,86m³, memiliki rak dengan kapasitas tiap raknya adalah 20 beaker glass kapasitas 500ml. Sumber panas berasal dari bohlam dengan daya 25 watt. Terdapat pengontrol suhu dan waktu, sehingga proses inkubasi dapat dipastikan berjalan lancar dengan suhu yang stabil dan waktu yang tepat. Pengontrol waktu dapat diatur secara manual menyesuaikan dengan suhu inkubasi yogurt yaitu berkisar antara 35°C hingga 45°C. Suhu akan stabil pada kisaran tersebut dengan pengaturan waktu yang juga dapat disetting dan alarm akan berbunyi jika waktu inkubasi sudah selesai dan secara otomatis sistem pemanas alat akan mati sehingga lebih aman bagi pengguna. Terdapat blower pada unit yang digunakan untuk meratakan penyebaran panas pada unit sehingga mempercepat pencapaian suhu inkubasi. Berdasarkan penelitian sebelumnya, penelitian rancang bangun inkubator yogurt berbasis mikrokontroler arduino memiliki perbedaan yang merupakan keunggulan dari sistem sebelumnya yaitu energi panas yang digunakan bersumber dari bohlam lampu dengan sistem pengaturan intensitas cahaya untuk mengatur suhu. Sistem pengaturan intensitas cahaya bohlam lampu sebagai sumber energi panas memiliki tingkat kestabilan suhu lebih akurat. Mikrokontroler Arduino pada sistem pengaturan suhu dan waktu memiliki tingkat akurasi yang tinggi dan lebih stabil. Selain itu sumber energi panas dari bohlam lampu lebih murah dalam penggantian bahannya jika mengalami kerusakan dibandingkan dengan sumber energi panas dari heater pada penelitian sebelumnya. Jumlah kebutuhan lampu pijar sebagai sumber panas untuk mencapai suhu yang ditetapkan juga menjadi fokus dalam penelitian ini. Pengujian inkubasi susu menggunakan incubator yogurt berbasis mikrokontroler arduino berlangsung selama 4 hingga 5 jam. Hal ini tentu lebih unggul jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya. Sehingga penelitian rancang bangun inkubator yogurt berbasis mikrokontroler arduino sangat perlu dilakukan sebagai referensi untuk penelitian selanjutnya.

METODE

Metode penelitian yang digunakan yaitu metode penelitian dan pengembangan atau Research and Development (R&D). Metode penelitian dan pengembangan adalah metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu, dan menguji keefektifan produk tersebut (Sugiyono, 2019). Penelitian pengembangan adalah suatu proses atau langkah-langkah untuk mengembangkan suatu produk baru atau menyempurnakan produk yang telah ada (Sa'diyah et al., 2020).

Prosedur penelitian dimulai dari identifikasi potensi masalah, pengumpulan data, desain produk, perancangan *hardware*, perancangan software, validasi desain, revisi desain dan uji coba produk. Pada tahap identifikasi masalah, peneliti menggunakan data penggunaan alat praktikum incubator yogurt di laboratorium teknologi pangan pada tahun 2022-2023. Berdasarkan data tersebut ditemukan bahwa frekuensi penggunaan alat inkubator yogurt sangat tinggi. Kegiatan praktikum dilaksanakan satu kali setiap semester dengan beberapa kelas dan prodi, sedangkan kapasitas alat praktikum hanya 600 cc setiap kali praktikum. Sehingga dapat disimpulkan bahwa terjadi kekurangan alat praktikum khususnya inkubator yogurt dalam kegiatan praktikum teknologi pangan dan pengembangan produk. Dalam beberapa kasus, mahasiswa harus bergantian dalam penggunaan alat dan bahkan tidak semua dapat mendapatkan pengalaman praktikum dalam membuat yogurt. Prosedur berikutnya adalah pengumpulan data, yaitu dengan studi literature. Melalui studi literatur akan dikaji ruang lingkup suatu produk, keluasaan penggunaan, kondisi-kondisi pendukung agar produk dapat

digunakan atau diimplementasikan secara optimal, serta keunggulan dan keterbatasannya. Studi literatur juga diperlukan untuk mengetahui langkah-langkah yang paling tepat dalam pengembangan produk tersebut. Hasil akhir dari kegiatan ini berupa desain produk baru yang lengkap dengan spesifikasinya. Selanjutnya dilakukan perancangan *hardware* dan *software*. Validasi desain merupakan kegiatan untuk menilai suatu rancangan produk, dengan membandingkan keefektifannya dengan produk sebelumnya. Penilaian berdasarkan pemikiran rasional dari para ahli. Validasi produk dapat dilakukan dengan cara menghadirkan beberapa pakar atau tenaga ahli yang sudah berpengalaman untuk menilai produk baru yang dirancang tersebut. Setiap pakar diminta untuk menilai desain tersebut, sehingga selanjutnya dapat diketahui kelemahan dan kekuatannya. Validasi desain pada produk oleh para ahli atau dosen teknologi pangan, dosen elektro dan dosen tata boga untuk mengetahui keefektifan produk inkubator yogurt berbasis mikrokontroler arduino. Setelah melalui tahap validasi desain oleh ahli materi dan ahli media, selanjutnya peneliti melakukan revisi desain. Kegiatan ini berdasarkan masukan dari para ahli terhadap kekurangan dari desain produk tersebut. Peneliti bertugas memperbaiki desain produk berdasarkan arahan dari para ahli. Ujicoba produk dalam penelitian ini yaitu dengan pengujian fungsi timer dibandingkan dengan stopwatch untuk mengetahui ketepatan atau akurasi pengukuran waktu. Selain itu dilakukan ujicoba pada fungsi sensor suhu menggunakan thermometer suhu air raksa. Data yang telah didapatkan dari hasil pengamatan kemudian ditampilkan dalam tabel dan dilakukan analisis. Dalam kegiatan pengukuran tentu terdapat error atau ralat. Pada pengujian sensor suhu terdapat ralat sistematis. Ralat sistematis adalah ralat pengukuran yang akan memberikan efek tetap terhadap hasil ukur (Abdurrahman sani & Muhammad Fahrurrozi, 2022). Revisi produk dilakukan jika masih terdapat kesenjangan pada pengujian produk. Misalnya saja jika fungsi timer dan sensor suhu tidak berjalan maksimal, atau pada proses inkubasi yogurt masih ada kendala dan kekurangan sehingga peralatan tidak dapat beroperasi secara maksimal. Uji coba pemakaian dilakukan dengan melakukan praktikum membuat yogurt sejumlah 5 buah menggunakan beaker glass berkapasitas 100 cc oleh mahasiswa. Proses inkubasi dilakukan selama 5 jam. Kemudian yogurt dianalisis tingkat kekentalannya, rasa, dan aromanya oleh panelis terlatih. Pengguna kemudian memberikan penilaian terhadap kinerja alat yaitu incubator yogurt. Revisi produk ini dilakukan, apabila dalam perbaikan kondisi nyata terdapat kekurangan dan kelebihan. Dalam uji pemakaian, sebaiknya pembuat produk selalu mengevaluasi bagaimana kinerja produk dalam hal ini adalah sistem kerja. Setelah lolos tahap ujicoba pemakaian, inkubator yogurt dapat diimplementasikan pada kegiatan praktikum mahasiswa. Peneliti tetap melakukan evaluasi kinerja alat selama digunakan.

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Pangan Laboratorium terpadu gedung A8.03.03 Jurusan PKK. Waktu penelitian adalah bulan Juni – November 2023. Alat dan bahan yang digunakan dalam rancang bangun incubator meliputi bahan meliputi aluminium, akrilik, karet silicon, lampu, fitting, timer, kayu, saklar, indikator lampu, kabel, skunt, LED, arduino, sensor suhu, potensio, timah, paste, kabel data, soket, PCB, blower. Alat yang digunakan meliputi solder, gerinda, bor duduk kecil, ragum, kuas. Subjek penelitian ini adalah mahasiswa tata boga sejumlah 30 orang. Teknik pengumpulan data menggunakan instrument uji validasi produk oleh ahli materi dan media serta instrument uji kelayakan penggunaan produk oleh mahasiswa. Teknik analisis data menggunakan skala *likert* yang kemudian diinterpretasikan dalam skor. Berikut adalah bagan alir rancangan penelitian.



Gambar 1. Bagan Alir Rancangan Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil perancangan incubator yogurt berbasis mikrokontroler arduino yaitu meliputi perancangan pada bagian *hardware* dan *software*. Pada tahap *hardware*, dimulai dengan pemotongan alumunium untuk membuat kerangka incubator, dan juga akrilik untuk bagian pintu incubator, hal ini untuk memudahkan dalam proses pemantauan dan pengontrolan produk. Kerangka pada pada sisi atas kanan, kiri dan belakang unit menggunakan alumunium agar memudahkan penyebaran suhu pada ruang sehingga mudah tercapai suhu yang diinginkan. Kemudian memulai perakitan body incubator yang harus dilakukan dengan hati-hati dan teliti agar semua tersusun secara presisi, penempatan pengkabelan dan modul elektronika pada bagian bawah unit dari box kayu agar lebih aman jika terjadi konsleting dan tahap berikutnya yaitu merakit rak incubator menjadi 2 susun. Setiap rak dilapisi dengan alumunium agar mudah dalam menghantarkan panas pada produk. Perakitan blower dimaksudkan untuk menghantarkan panas pada seluruh area incubator. Sebuah blower berukuran 20 cm dengan kecepatan 2800 rpm terpasang pada area bawah unit ada box instalasi sehingga lebih ringkas. Pada tahap perancangan software dimulai dengan pengaturan sistem arduino, pengaturan sensor suhu, pengaturan sistem timer, pemasangan rangkaian lampu sebagai sumber kalor pada unit, perakitan arduino, sensor suhu dan timer, perakitan kabel power saklar dan lampu indikator. Setelah proses rancang bangun selesai, akan dilakukan pengujian terhadap unit. Pengujian yang dimaksud untuk mengetahui fungsi masing-masing bagian pada unit. Pengujian tersebut adalah pengujian sensor suhu, pengujian timer, pengujian beban lampu pijar sebagai sumber panas, pengujian LCD dan pengujian incubator dalam pembuatan yogurt.



Gambar 2. Inkubator Yogurt Berbasis Mikrokontroler Arduino

Pengujian sensor suhu bertujuan untuk mengetahui tingkat akurasi dan *error* dari data hasil pengukuran sensor suhu (Masrukin et al., 2021). Pengukuran dilakukan dengan membandingkan termometer air raksa dengan sensor suhu dengan perlakuan yang sama. Termometer air raksa diletakkan dalam inkubator kemudian proses mengukur suhu dimulai. Hasil pengamatan suhu akan ditampilkan dalam layar LCD. Pengukuran ataupun pengamatan memiliki 3 macam ralat yang meliputi ralat sistematis (*Systematic error*), ralat lambang (*random error*), dan ralat kekeliruan tindakan. Ralat sistematis merupakan ralat pengukuran yang akan memberikan efek tetap terhadap hasil ukur (panduan Praktikum Fisika Dasar, 2016). Rumus perhitungan nilai *error*.

$$error = |\chi - \chi^t|$$

$$\left| \frac{(\chi - \chi^t)}{\chi} \times 100\% \right|$$

Keterangan :

X = Data Sebenarnya

Xi = Data Terukur

%*Error* = Ralat Systematic

Selanjutnya dapat dijabarkan untuk mencari *error* dan menghitung %*error* yaitu :

$$Error = |suhu sebenarnya - suhu terukur|$$

$$\%error = \left| \frac{suhu sebenarnya - suhu terukur}{suhu sebenarnya} \right| \times 100\%$$

Berikut adalah tabel hasil pengukuran sensor suhu pada alat inkubator yogurt dibandingkan dengan suhu pada termometer air raksa.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Suhu Menggunakan Termometer Air Raksa dan Sensor Suhu Inkubator Yogurt

No	Pengukuran Suhu Termometer Air Raksa (°C)	Pengukuran Sensor Suhu Inkubator Yogurt (°C)	Error	%Error
1	37	35	-2	-0,057
2	38	36	-2	-0,05
3	39	37	-2	-0,05
4	40	38	-2	-0,05
5	41	39	-2	-0,05

Berdasarkan hasil uji coba sensor suhu didapatkan data dalam tabel yang telah dianalisa menggunakan rumus fisika dasar, yang hasilnya masih terdapat -2 error dalam pengukuran suhu antara thermometer air raksa (°C) dan sensor incubator yogurt dengan % error yaitu -0,05 hingga -0,11. Dalam hal ini sensor suhu dalam incubator yogurt bekerja dengan baik dalam membaca suhu di dalam unit.

Pengujian *timer* dilakukan bertujuan untuk mengetahui keberfungsian alat dalam keadaan baik. Cara kerja *timer* inkubator yogurt yaitu dengan melakukan setting input lama waktu yang dibutuhkan untuk inkubasi yogurt sekitar 3 hingga 5 jam. Pengujian dilakukan dengan memberikan input waktu untuk mengetahui respon yang diberikan setelah waktu inkubasi selesai alarm akan menunjukkan tanda peringatan melalui bunyi yang dihasilkan. Selain itu pengujian fungsi *timer* juga dilakukan dengan membandingkan fungsi timer dengan stopwatch. Hal ini untuk mengetahui keakuratan fungsi timer. Hasil uji coba pengujian timer menunjukkan nilai *Error* adalah 0 sehingga dapat disimpulkan bahwa fungsi timer pada inkubator

yogurt akurat. Dalam hal ini tidak terdapat selisih waktu antara timer pada inkubator yogurt dan stopwatch. Selain itu fungsi alarm pada timer juga berfungsi normal dan tepat waktu sesuai pengaturannya.

Pengujian lampu pijar sebagai sumber panas dimaksudkan yaitu untuk mengetahui jumlah lampu pijar yang dibutuhkan untuk mencapai suhu 35°C hingga 40°C dalam waktu yang telah ditetapkan. Pengujian dilakukan dengan memasang 3 bohlam lampu pada masing-masing sisi inkubator sehingga terdapat total 12 bohlam lampu dalam inkubator. Kemudian pengukuran suhu dilakukan oleh sensor suhu dan waktu pencapaian suhu diukur menggunakan timer. Bohlam lampu yang digunakan berkapasitas daya 25 watt.

Tabel 2. Hasil Pengujian Beban Lampu Pijar Sebagai Sumber Panas dalam mencapai Suhu Inkubasi

No	Jumlah Lampu Pijar (Unit)	Suhu yang Dicapai (°C)	Waktu Pencapaian (Menit)
1	12	1	1
2	12	5	5
3	20	7	5
4	24	10	5

Berdasarkan uji coba yang dilakukan, penggunaan lampu pijar dengan daya 25 watt sejumlah 12 unit akan menghasilkan suhu 1°C dalam waktu 1 menit. Kemudian dengan penambahan lampu pijar hingga 20 unit maka dapat mencapai suhu 7°C dalam waktu 5 menit. Penggunaan maksimal lampu pijar dalam inkubator yogurt maksimal yaitu 24 unit yang dapat menghasilkan suhu 10°C dalam waktu 5 menit. Berdasarkan penelitian (Jhulinda Nizar Wati et al., 2023) jumlah lampu pijar yang digunakan dalam ruang inkubator mempengaruhi jumlah panas yang dihasilkan. Peningkatan jumlah lampu pijar, mempengaruhi peningkatan produksi panas yang dihasilkan dan waktu yang dibutuhkan untuk mencapai suhu yang dibutuhkan menjadi lebih singkat (Griyanika & Nurpriyanti, 2013). Peningkatan suhu bergantung pada faktor-faktor seperti jumlah lampu pijar yang digunakan dan ukuran ruang incubator (Faridha & Ifan, 2016).

Pada pengujian intensitas cahaya 60% dari lampu pijar dengan daya 25 watt dapat mencapai suhu 35°C selama 5 menit. Pada intensitas cahaya 90% dari lampu pijar dengan daya 25 watt dapat mencapai suhu 38°C selama 5 menit. Sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi intensitas cahaya lampu yang diatur maka semakin cepat pencapaian suhu yang diinginkan atau dalam arti lain sumber energi panas yang dihasilkan semakin besar. Sumber energi panas pada penggunaan lampu pijar untuk incubator dihasilkan dari filamen yang berbahan tungsten yang menempel pada bola kaca bagian dalam dengan hampa udara (Rahim et al., 2015). Pada saat listrik mengalir melalui filamen dan akan memanaskan menghasilkan cahaya berwarna kuning dan memancarkan energi panas (Fajri et al., 2012).

Pengujian tampilan LCD untuk mengetahui keberfungsian LCD dalam keadaan baik. Cara kerjanya yaitu, praktikan melakukan input proses dan akan ditampilkan oleh layar LCD. Pengujian dinyatakan berhasil jika tampilan LCD sesuai dengan input proses yang dilakukan oleh praktikan. Hasil Pengujian tampilan LCD yaitu input pada tampilan menu utama, tampilan menu info, tampilan menu energy meter, tampilan menu reset sudah sesuai. Sedangkan pada tampilan menu sensor suhu, menu ampere masih terdapat belum kesesuaian sehingga diperlukan untuk disetting ulang.

Pengujian penggunaan inkubator dalam pembuatan yogurt bertujuan untuk mengetahui tingkat keberhasilan pembuatan yogurt menggunakan inkubator yogurt. Proses awal dimulai dengan susu segar yang telah dipasteurisasi dan dicampur dengan bakteri yogurt kemudian diletakkan dalam beaker glass berukuran 500 cc dan diinkubasi selama 3 hingga 5 jam dalam alat inkubator yogurt. Tingkat keberhasilan dalam membuat yogurt memiliki kriteria yaitu rasa asam dan kental serta bau yang khas. Hasil pengujian inkubator

yogurt dalam pembuatan yogurt yaitu alat dapat berfungsi maksimal dalam proses inkubasi. Proses inkubasi lebih cepat yaitu selama 5 hingga 6 jam. Inkubasi atau fermentasi merupakan proses pemanfaatan mikroba dalam menghasilkan metabolit primer dan sekunder di keadaan yang terkendali, semakin lama waktu inkubasi maka pertumbuhan mikroba semakin meningkat dan menyebabkan pH medium turun akibat gula berubah menjadi komponen asam (Pamela, 2022). Menurut mufidah dalam (Pamela, 2022) bahwa waktu terbaik fermentasi adalah 12 jam, namun tidak ada perbedaan secara nyata antara yogurt dengan proses fermentasi selama 12 jam dan 24 jam. Faktor lain yang mempengaruhi tekstur dari yogurt adalah penambahan susu SKIM. Semakin tinggi penambahan susu skim, tekstur semakin kental (Pamela, 2022). Yogurt yang dihasilkan dengan menggunakan alat inkubator yogurt berbasis mikrokontroler arduino memiliki tekstur kental, rasa dan aroma asam, berwarna putih. Selain mempengaruhi tekstur, penambahan susu skim juga mempengaruhi rasa asam pada yogurt. Penambahan susu skim akan meningkatkan jumlah protein dalam susu sehingga mempercepat pertumbuhan bakteri yang menghasilkan asam (Trisnaningtyas et al., 2013). Bakteri *Streptococcus Thermophilus* tumbuh lebih cepat dan menghasilkan asam dan *Lactobacillus bulgaricus* menghasilkan glisin dan histidin yang merangsang *Streptococcus Thermophilus* untuk memproduksi asam. Sebaliknya *Streptococcus Thermophilus* menghasilkan asam formiat yang merangsang pertumbuhan *Lactobacillus bulgaricus* sehingga menghasilkan aroma yang khas (Pamela, 2022). Yogurt dengan proses inkubasi selama 6 jam bertekstur lebih kental dari pada produk yogurt dengan inkubasi selama 5 jam. Hal tersebut dimungkinkan karena kultur yang digunakan merupakan kultur turunan produk jadi sehingga aktivitas biokimiawi bakteri kurang baik sehingga membutuhkan proses fermentasi lebih lama (Purwandaru et al., 2021).

Inkubator Yogurt berbasis Mikrokontroler Arduino melalui proses validasi oleh ahli materi dan media yaitu dosen jurusan elektronika, dosen tata boga dan kasublab laboratorium teknologi pangan fakultas teknik Universitas Negeri Surabaya, kemudian dilanjutkan proses uji kelayakan penggunaan produk oleh mahasiswa pendidikan tata boga fakultas teknik Universitas Negeri Surabaya. Validator ahli materi memberikan penilaian dengan mengamati kesesuaian fungsi alat dengan kebutuhan laboratorium untuk praktikum matakuliah teknologi pangan khususnya praktikum yogurt. Validator memberikan penilaian pada lembar kuesioner dengan cara memberikan tanda cek pada kolom yang sesuai dengan nilai yang diberikan. Skala uji yaitu 1 sampai dengan 5. Skala uji dengan nilai 1= sangat tidak setuju, 2 = tidak setuju, 3 = netral, 4 = setuju, 5 = sangat setuju. Kriteria interpretasi skor yaitu 0%-19,99% interpretasinya sangat (tidak layak/buruk/setuju), 20-39,99% interpretasinya yaitu tidak (layak/baik/setuju), 40-59,99% interpretasinya yaitu cukup/netral, 60-79,99% interpretasinya yaitu layak baik/setuju, dan 80-100% interpretasinya yaitu sangat (layak,/baik/setuju). Berdasarkan hasil validasi ahli materi, pada aspek Kesesuaian media dengan tujuan penelitian dengan indikator media mudah digunakan sebagai alat untuk inkubasi yogurt dan indikator Media dapat berfungsi optimal dalam proses inkubasi yogurt mendapat skor 90% yang interpretasinya yaitu sangat (layak, /baik/setuju), pada aspek penilaian Pembuatan media dapat digunakan untuk mempermudah dalam proses inkubasi yogurt dengan indikator Penggunaan incubator yogurt lebih efektif dan efisien dalam proses inkubasi yogurt dan Penggunaan incubator yogurt lebih higienedalam proses inkubasi yogurt mendapat skor 90% yang interpretasinya yaitu sangat (layak, /baik/setuju).

Validator ahli media memberikan penilaian dengan melakukan pengamatan terhadap kualitas media, melakukan uji coba pada unit untuk mengetahui kinerja alat, keamanan alat dan meninjau dari aspek kepraktisan alat. Berdasarkan hasil validasi ahli media, pada aspek kualitas media dengan indikator Tampilan dan desain menarik, Efisiensi penggunaan lampu sebagai sumber daya, Bohlam yang digunakan sebagai sumber panas kuat dan awet, Lapisan aluminium yang digunakan pada body media awet dan tidak mudah rusak, Ketepatan tata letak pengkabelan mendapat skor 90% yang interpretasinya yaitu sangat (layak, /baik/setuju), sedangkan pada indikator Tombol fungsi lengkap, Lapisan kaca pada media kuat terhadap suhu inkubasi dan tidak mudah pecah, Efisiensi penggunaan layar indikator suhu mendapat skor 100% yang

interpretasinya yaitu sangat (layak, /baik/setuju), sedangkan pada indikator Luas rak sesuai kebutuhan mendapat skor 85% yang interpretasinya yaitu sangat (layak, /baik/setuju), pada indikator Lapisan kayu pada body media kuat dan tidak menghantarkan panas mendapat skor 95% yang interpretasinya yaitu sangat (layak, /baik/setuju) dan pada indikator Lapisan rak kuat untuk menampung 30 beaker glass berukuran 500 cc mendapat skor 80% yang interpretasinya yaitu sangat (layak, /baik/setuju). Pada aspek kinerja media pada indikator Tombol navigasi berfungsi baik, Fungsi timer berfungsi dengan baik, Fungsi sensor suhu berfungsi dengan baik, Lampu indikator berfungsi dengan baik mendapat skor 100% yang interpretasinya yaitu sangat (layak, /baik/setuju), sedangkan pada indikator Bohlam sebagai sumber panas berfungsi dengan baik, Layar indikator suhu berfungsi dengan baik, dan Kemudahan penyambungan konektor pada media mendapat skor 90% yang interpretasinya yaitu sangat (layak, /baik/setuju). Pada aspek kepraktisan dengan indikator Media mudah digunakan (*Usable*), Petunjuk pengoperasian alat tersedia dan mudah diaplikasikan dan Media ringan sehingga mudah dipindahkan mendapat skor 80% yang interpretasinya yaitu sangat (layak, /baik/setuju). Sehingga dapat disimpulkan bahwa berdasarkan validasi dari ahli media dan materi bahwa inkubator yogurt layak baik dari segi materi maupun media.

Berdasarkan hasil penilaian kuesioner oleh 30 orang responden, pada aspek Kegiatan praktikum inkubasi yogurt menggunakan incubator yogurt lebih praktis dan mudah digunakan, Kegiatan praktikum inkubasi yogurt menggunakan incubator yogurt menghasilkan produk yang lebih akurat dan memudahkan dalam kegiatan penelitian, Kegiatan praktikum inkubasi yogurt menggunakan incubator yogurt lebih efektif dan efisien, Kegiatan praktikum inkubasi yogurt menggunakan incubator yogurt lebih hygiene, Kegiatan praktikum inkubasi yogurt menggunakan incubator yogurt lebih nyaman, aman dan mudah dalam pemantauan, mendapat skor 89,4 % - 96,87% yang interpretasinya yaitu sangat (layak/baik/setuju). Sedangkan pada aspek Desain incubator yogurt sederhana dan praktis dan pada aspek Petunjuk pengoperasian alat incubator yogurt mudah diikuti dan diaplikasikan mendapat skor 75%-77,5% yang interpretasinya yaitu cukup/netral. Hal ini disebabkan desain incubator yogurt masih kurang sederhana dan praktis oleh praktikan. Jumlah bohlam 24 buah akan mengurangi space ruang pada unit alat dalam menyimpan beaker glass selama proses inkubasi, selain cahaya yang dihasilkan dapat mengganggu pandangan mata praktikan. Pengaturan intensitas cahaya dan suhu pada incubator kurang praktis, terdapat dua pengaturan dengan fungsi yang sama. Hal ini berdampak pada prosedur pengoperasian alat yang rumit dan kurang praktis. Menurut (Fajri et al., 2012) bahwa intensitas cahaya lampu pijar dengan tingkat luminansi terlalu tinggi akan menghasilkan cahaya yang menyilaukan mata. Luminansi bergantung pada luas ruangan dan intensitas cahaya. Menurut (Jhulinda Nizar Wati et al., 2023) bahwa jumlah lampu pijar dan peletakan lampu pada incubator mempengaruhi suhu yang dihasilkan. Jumlah lampu pijar dan peletakan lampu pada incubator mempengaruhi pemerataan suhu pada incubator.

KESIMPULAN

Rancang Bangun Inkubator Yogurt Berbasis Mikrokontroler Arduino merupakan salah satu inovasi dari peneliti untuk menyediakan fasilitas di laboratorium teknologi pangan. Inkubator yogurt berbasis mikrokontroler Arduino diharapkan mampu mempermudah kegiatan praktikum praktikan. Rancang Bangun Inkubator Yogurt Berbasis Mikrokontroler Arduino membutuhkan beberapa tahap pengujian alat untuk pengoptimalan fungsi kerja alat. Pengujian alat yang diperlukan diantaranya yaitu pengujian sensor suhu, pengujian timer, pengujian sumber panas, pengujian LCD dan pengujian pengoperasian alat dalam uji coba pembuatan yogurt. Diharapkan dengan pengujian tersebut, dapat menyempurnakan fungsi kinerja alat sehingga dapat digunakan dalam kegiatan praktikum secara optimal. Berdasarkan hasil validasi materi dan media oleh validator, serta hasil pengujian alat, dapat disimpulkan bahwa inkubator yogurt berbasis mikrokontroler arduino mendapat penilaian sangat layak atau baik serta berfungsi optimal untuk digunakan

dalam kegiatan praktikum. Pada pengujian inkubator dalam pembuatan yogurt, telah dihasilkan yogurt dengan tekstur kental, rasa dan bau yang asam serta warna putih dengan intensitas cahaya 60%, suhu 40°C selama 5 jam inkubasi. Pengujian yang telah dilakukan, inkubator yogurt berbasis mikrokontroler arduino Inkubator yogurt berbasis mikrokontroler arduino memiliki keunggulan diantaranya yaitu mudah dalam pengoperasian alat, kemudahan dalam pengawasan karena menggunakan sistem timer, kemudahan dalam penggantian lampu pijar sebagai sumber panas alternatif.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada rekan tim yang telah membantu dalam menyelesaikan alai incubator yogurt berbasis mikrokontroler arduino. Selain itu kepada para validator yang telah membantu mengevaluasi unit sehingga menjadi lebih baik untuk kedepannya. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada para pimpinan yang telah membantu dalam pendanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrahman sani, & Muhammad Fahrurrozi. (2022). Inkubator Penetas Telur Ayam Kampung Otomatis Berbasis Mikrokontroler. *TEKNIMEDIA: Teknologi Informasi dan Multimedia*, 3(2), 77–80. <https://doi.org/10.46764/teknimedia.v3i2.72>
- Agusti Wulanningsih, U. (2022). Pelatihan Pembuatan Yoghurt Susu Sapi Dengan Metode Sederhana Menggunakan *Lactobacillus Bulgaricus* Dan *Streptococcus Thermophilus*. *Jurnal Cerdik: Jurnal Pendidikan Dan Pengajaran*, 1(2), 66–78. <https://doi.org/10.21776/ub.jcerdik.2022.001.02.06>
- Al Riza, D. F., Damayanti, R., & Hendrawan, Y. (2015). RANCANG BANGUN FERMENTOR YOGURT DENGAN SISTEM KONTROL LOGIKA FUZZY MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER ATMEGA32 (Yogurt Fermenter Design with Fuzzy Logic Control System Using Microcontroller ATmega32). *Jurnal Agritech*, 34(04), 456. <https://doi.org/10.22146/agritech.9441>
- Fajri, U. D., Wibawa, U., & Hasan, R. N. (2012). Energi Fluorescent Jenis SI (Sodium. *Teknik Elektro Universitas Brawijaya*, 1–6.
- Faridha, M., & Ifan. (2016). Studi Komparasi Lampu Pijar, Led, Lhe Dan TI Yang Ada Dipasaran Terhadap Energi Yang Terpakai. *Al Jazari : Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 1(2), 24–29. <https://ojs.uniska-bjm.ac.id/index.php/JZR/article/view/548>
- Griyanika, L., & Nurpriyanti, I. (2013). As the Heat Source of Poultry Hatcheries. *Pelita*, VIII.
- Handoko, U.D, Hardhienata, I. . dan D. A. (n.d.). *Model Sistem Deteksi Suhu dan Waktu Inkubator Pembuat Yogurt Menggunakan Modul DHT 11 dan Smartphone Android Berbasis Mikrokontroler Atmega32*. Program Studi Ilmu Komputer-FMIPA Universitas Pakuan Bogor.
- Haq, E. S., Panduardi, F., & Khusna, A. (2018). Peningkatan Produktivitas Peternak Sapi Perah Melalui Penerapan Teknologi Inkubator Fermentasi Susu Penghasil Yogurt Di Kecamatan Licin Kabupaten Banyuwangi. *J-Dinamika : Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 3(2), 123–127. <https://doi.org/10.25047/j-dinamika.v3i2.1054>
- Jhulinda Nizar Wati, Meta Yantidewi, & Utama Alan Deta. (2023). Pengaruh Jumlah Lampu Pijar terhadap Suhu Mesin Penetas Telur Berbasis Raspberry Pi. *Jurnal Kolaboratif Sains*, 6(7), 575–585. <https://doi.org/10.56338/jks.v6i7.3784>
- Masrukin, S. M., Agung, A. I., Kholis, N., & Zuhrie, M. S. (2021). Rancang Bangun Inkubator Penetasan Otomatis Guna Penyetabilan Suhu Dan Keberhasilan Penetasan Maksimal Berbasis Arduino Uno Dan Sensor DHT 11. *Jurnal Teknik Elektro*, 11(1), 1–7. <https://doi.org/10.26740/jte.v11n1.p1-7>
- Nadialista Kurniawan, R. A. (2021). Edukasi Manfaat Yogurt Sebagai Salah Satu Probiotik Dan Metode

- 3378 *Rancang Bangun Inkubator Yogurt Berbasis Mikrokontroler Arduino – Minnar Titis Santoso, Gitut Sudarto*
DOI: <https://doi.org/10.31004/basicedu.v7i6.6125>
- Pembuatan Yogurt Sederhana. *Industry and Higher Education*, 3(1), 1689–1699.
<http://journal.unilak.ac.id/index.php/JIEB/article/view/3845%0Ahttp://dspace.uc.ac.id/handle/123456789/1288>
- Novianto, D., Setiyowati, I., & Nugraha, W. T. (2019). Rancang Bangun Inkubator Telur Ayam Menggunakan DHT 11 Sebagai Sensor Suhu dan Kelembaban. *Pengelolaan Sumber Daya Alam Berkesinambungan Di Kawasan Gunung Berapi*, 3–6.
- Pamela, Vega Yoesept, R. A. R. dan S. (2022). Karakteristik Sifat Organoleptik Yogurt Dengan Variasi Susu Skim dan Lama Inkubasi. *Nutriology : Jurnal Pangan, Gizi, Kesehatan*.
- Pamela, V. Y. (2022). Karakteristik Karakteristik Sifat Organoleptik Yoghurt Dengan Variasi Susu Skim Dan Lama Inkubasi. *Nutriology : Jurnal Pangan, Gizi, Kesehatan*, 3(1), 18–24.
<https://doi.org/10.30812/nutriology.v3i1.1963>
- Purwandaru, K., Faturrohman, D. E., Putri, A. R., Maghfiroh, R. P., Ridhollah, M. R., & Dewi, L. K. (2021). Rancang Bangun Fermentor Yogurt Susu Kambing Etawa dengan Sistem Kontrol Sensor pH 4502C dan Suhu DS18B20 Berbasis Arduino UNO R3. *Jurnal Keteknik Pertanian Tropis dan Biosistem*, 9(3), 281–291. <https://doi.org/10.21776/ub.jkptb.2021.009.03.10>
- Rahim, R. H., Rumagit, A. M., & Lumentara, A. S. M. (2015). Rancang Bangun Alat Penetas Telur Otomatis Berbasis Mikrokontroler ATmega8535. *E-Journal Teknik Elektro dan Komputer*, 2301–8402.
- Sa'diyah, H., Alfiyah, H. Y., AR, Z. T., & Nasaruddin, N. (2020). Model Research and Development dalam Pembelajaran Pendidikan Agama Islam. *EL-BANAT: Jurnal Pemikiran dan Pendidikan Islam*, 10(1), 42–73. <https://doi.org/10.54180/elbanat.2020.10.1.42-73>
- Sugiyono. (2019). *METODE PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN (Research and Development/ R&D)*. 38.
- Trisnaningtyas, R. Y., Legowo, A. M., & Kusrahayu. (2013). Pengaruh Penambahan Susu Skim pada Pembuatan Frozen Yogurt dengan Bahan Dasar Whey terhadap Total Bahan Padat, Waktu Pelelehan dan Tekstur. *Animal Agriculture Journal*, 2(1), 217–224.
- Vionita, R, Z. dan D. (2015). Sistem Pengendali suhu Otomatis Pada Inkubator Fermentasi Yoghurt Berbasis Mikrokontroler Dengan Metode Logika Fuzzy. *Prosiding Semantik*.
- Wirda, K. F. dan B. (2022). Assembly Setting Suhu dan Waktu Menggunakan Remote Control Pada Inkubator Bakteri Berbasis Arduino Uno Atmega328. *Jurnal Fisika*, 7(1).