

Automasi Pengering Bunga Telang Menggunakan Metode PID

Rahman Hermawan¹, Bambang Minto Basuki², Efendi S Wirateruna³

Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Islam Malang

hermawanrahman40@gmail.com, penulis2@unisma.ac.id, penulis3@unisma.ac.id

Abstract

This research aims to develop an automated butterfly pea flower drying system using the PID method. The use of the PID method is expected to optimize the drying process by maintaining an optimal temperature, resulting in high-quality dried butterfly pea flowers. The research method includes the design and implementation of a PID control system on the dryer. Temperature data is collected using the DS18B20 sensor, then processed by an Arduino microcontroller to control the heating element and fan. Testing was conducted with various temperature and drying time variations to determine the optimal conditions. The results show that the use of the PID method can maintain the drying temperature in the range of 58°C to 60°C with a drying time of 3 hours. This condition produces dried butterfly pea flowers with low moisture content, good color, and optimal texture. The implementation of this automation system also shows an increase in time efficiency compared to conventional drying methods. In conclusion, the automated butterfly pea flower drying system using the PID method is effective in optimizing the drying process and producing high-quality products. This research is expected to contribute to the development of more efficient and high-quality drying technology.

Keywords— *Butterfly Pea Flower Dryer, DS18B20 Sensor, PID Control, Arduino Uno.*

Abstraksi

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem automasi pengering bunga telang menggunakan metode PID. Penggunaan metode PID diharapkan dapat mengoptimalkan proses pengeringan dengan menjaga suhu secara optimal, sehingga menghasilkan bunga telang kering dengan kualitas yang baik. Metode penelitian yang digunakan meliputi perancangan dan implementasi sistem kontrol PID pada alat pengering. Data suhu dikumpulkan menggunakan sensor DS18B20, kemudian diproses oleh mikrokontroler Arduino untuk mengatur elemen pemanas dan kipas. Pengujian dilakukan dengan berbagai variasi suhu dan waktu pengeringan untuk menentukan kondisi optimal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan metode PID mampu menjaga suhu pengeringan pada kisaran 58°C hingga 60°C dengan waktu pengeringan 3 jam. Kondisi ini menghasilkan bunga telang kering dengan kadar air yang rendah, warna yang baik, dan tekstur yang optimal. Implementasi sistem automasi ini juga menunjukkan peningkatan efisiensi waktu dibandingkan dengan metode pengeringan konvensional. Kesimpulannya, sistem automasi pengering bunga telang menggunakan metode PID efektif dalam mengoptimalkan proses pengeringan dan menghasilkan produk dengan kualitas yang baik. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan teknologi pengeringan yang lebih efisien dan berkualitas.

Kata Kunci— *Pengering Bunga Telang, Sensor DS18B20, PID Kontrol, Arduino Uno.*

I. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara tropis dan memiliki beberapa tanaman herbal salah satunya seperti bunga telang atau dalam bahasa latin di sebut (*Butterfly Pea*), pada umumnya masyarakat awam menggunakan pohon telang sebagai pakan ternak. Setelah mengetahui khasiat dan manfaat serta harga jual yang tinggi dari bunga telang banyak masyarakat yang memanfaatkannya sebagai peluang usaha. Salah satunya masyarakat di Kota Malang, tepatnya di Kelurahan Mulyorejo Kecamatan Sukun memanfaatkan bunga telang sebagai teh herbal. Masyarakat mengeringkan bunga telang dengan menggunakan metode pengeringan alami, butuh waktu 1-2 hari dengan suhu 32-40°C bila cuaca cerah dan butuh waktu 2-3 hari bila cuaca

mendung untuk mengeringkan hasil panen agar dapat di kemas dan dipasarkan. Faktor kelembaban dan curah hujan yang tidak dapat diprediksi menjadi penghambat saat proses pengeringan. Untuk mengatasi masalah tersebut petani memerlukan teknologi yang menghemat biaya dan ramah lingkungan seta dapat mengeringkan bunga telang secara efisien atau bahkan hanya dalam hitungan jam untuk bisa membuat bunga telang kering sempurna dan siap di kemas. Maka dari itu dibuatlah sebuah alat pengering bunga telang dengan menggunakan metode PID untuk mengontrol suhu.

Pada penelitian ini bunga dikeringkan dengan cara bunga telang segar disortasi, ditimbang dan masing-masing diberikan kombinasi perlakuan yang telah ditentukan. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap pola faktorial (RAL

Faktorial) dengan dua faktor. Faktor pertama yaitu cara pengeringan (sinar matahari dan *cabinet dryer*), faktor kedua yaitu ukuran (utuh dan dipotong-potong). Pada pengeringan menggunakan sinar matahari, bahan ditutupi kain hitam terlebih dahulu sebelum dilakukan pengeringan. Analisis yang dilakukan adalah kadar air, aktivitas antioksidan dan warna[1].

Penelitian ini bertujuan untuk merancang bangun sebuah sistem pengering ikan yang bertujuan untuk mempercepat proses pengeringan. Sistem yang dirancang bangun memanfaatkan mikrokontroler ESP32 sebagai pusat kendali. Aplikasi Internet of Things dimanfaatkan sebagai sistem monitoring suhu, kelembapan, arus, tegangan dan energy listrik yang digunakan selama proses pengeringan[2].

Bunga telang merupakan tanaman perdu yang mudah ditumbuhkan dan biasanya sering diolah menjadi teh herbal. Dalam prosesnya, terdapat langkah pengeringan yang dapat dilakukan dengan bantuan mesin food dehydrator. Pengujian food dehydrator sebagai alat teknologi tepat guna menunjukkan bahwa bunga telang yang dikeringkan dengan suhu 50°C -60°C dengan waktu 2-3 jam menjadi suhu dan lama waktu yang baik untuk menghasilkan bunga telang berkualitas. Untuk hasil dari pengeringan bunga telang menggunakan food dehydrator, membuat pengeringan bunga telang lebih mudah dan tetap memiliki penampilan yang cantik. Dalam penyajiannya sebagai teh, bunga telang kering dapat diseduh dengan air hangat dan dapat dinikmati dengan madu untuk mendapatkan hasil teh bunga telang yang segar dan manis[3].

Dalam penelitian ini digunakan pengendali PID (*Proporsional-Integral - Derifativ*) yang akan mengontrol pemanas (*heater*) pada Alat pengeringan. Pengendali ini mengontrol suhu ruangan pengeringan menjadi stabil dan dapat diperoleh hasil pengeringan secara cepat dan efisien. Sinyal kontrol tersebut digunakan untuk pengaturan tegangan AC pada *heater* dengan prinsip kontrol sudut fasa. Sinyal kontrol ini memiliki parameter-parameter pengontrol, yaitu konstanta *proporsional* (K_p) = 200 dan konstanta *integral* (K_i) = 0.05 dan konstanta *derivatif* (K_d) = 10. Proses pengeringan dipengaruhi oleh laju pengeringan yaitu kecepatan kemampuan udara dalam menyerap uap air yang dipengaruhi oleh jumlah dan posisi air dalam bahan, sifat bahan[4].

Sistem ini berbasis mikrokontroler Atmega328 dan menggunakan sensor DS18B20 untuk mendeteksi berapa besar suhu yang terdapat di dalam pengering. Selain itu alat ini juga dapat men-setting berapa besar suhu yang kita inginkan. Perancangan sistem ini terdiri dari beberapa komponen yaitu sensor DS18B20 untuk mendeteksi berapa besar suhu, komponen relay sebagai pengendali saklar, mikrokontroler Atmega328

sebagai pengendali pada sistem ini, LCD sebagai penampil hasil keluaran sistem, Heater sebagai pemanas dan panel surya sebagai sumber daya sistem[5].

Hasil penelitian menunjukkan bahwa interaksi antara suhu pengeringan dan waktu pengeringan berpengaruh signifikan terhadap kadar air, kadar ekstrak, total fenol, flavonoid, antosianin, dan aktivitas antioksidan. Pengeringan pada suhu 50°C selama 4 jam menghasilkan teh bunga telang dengan aktivitas antioksidan (IC50) tertinggi yaitu 128,25 ppm, kadar air 10,18%, kadar ekstrak 51,60%, total fenol 515,48 mg/100g, flavonoid 23,99 mg/100g, dan antosianin 249,69 mg/100g[6]. Pengering yang digunakan yaitu food dehydrator dengan suhu 45 °C hingga 65 °C serta waktu 4 hingga 6 jam. Metode penelitian ini yaitu metode eksperimen dengan optimasi menggunakan Response Surface Methodology tipe CCD pada aplikasi Design Expert 11. Parameteryang dianalisis selain respon pada RSM yaitu kelarutan bubuk dan warna seduhan bunga telang kering. Kondisi pengeringan optimum yang diberikan RSM diperoleh pada pengeringan dengan suhu 64,46 °C selama 5,95 jam[7].

Dalam percobaan ini digunakan suhu 60°C, karena di atas suhu itu zat warna akan mengalami denaturasi. Diperoleh hasil waktu optimum ekstraksi adalah 2,5 jam dan kecepatan pengadukan optimum 500 rpm. Ekstrak ini diuji kestabilannya dalam empat variabel. Pada pengaruh kondisi penyimpanan, ekstrak akan mengalami perubahan intensitas warna paling besar pada kondisi ruang (28°C) daripada suhu dingin (6°C). Ditandai dengan penurunan nilai absorbansi yang lebih besar[8].

Kontrol PI Perancangan pada proses pengeringan cabai menggunakan kontrol logika PI ini menggunakan metode Ziegler-nicols respon suhu yang dihasilkan mampu menstabilkan suhu yang diinginkan dengan didapatkan nilai parameter $K_p = 15$ dan $K_i = 0.19$ dengan hasil grafik yang stabil dan hasil simpangan sebesar 0.3°C dari setpoint 70°C[9].

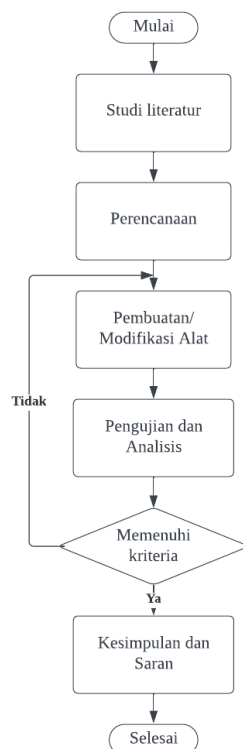
Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang sebuah alat yang dapat mengendalikan suhu secara otomatis dengan menggunakan PID Controller (Proportional-Integral-Derivative) yang dapat mengendalikan pemanas agar suhu tetap stabil pada setpoint 45oC. Penelitian ini difokuskan pada perancangan sebuah bangun ruang alat pengering yang dapat secara otomatis mengendalikan suhu stabil pada setpoint 45oC yang akan mengendalikan AC Light Dimmer dengan memperoleh data suhu dari sensor DHT22[10].

Kontroler PID akan mengatur temperatur yang diinginkan dengan mempertahankan nilai *set point* temperatur yang diinginkan, temperatur pada oven

akan terus bertambah sebelum mencapai *set point* yang diinginkan dan akan berkurang setelah melebihi *set point* yang diinginkan, pemutus tegangan Solid state relay akan memutus *heater* jika temperatur pada oven melebihi temperatur yang izinkan, sehingga temperatur oven akan kembali sesuai temperatur yang diinginkan, hasil pengujian membuktikan saat *set point* diatur 60 oC dan 100 oC, temperatur oven tidak mengalami perubahan temperatur sesuai *set point* yang diatur[11].

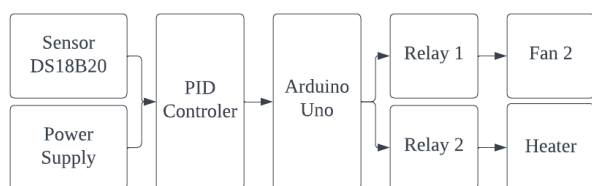
II. METODE PENELITIAN

A. METODE PENELITIAN



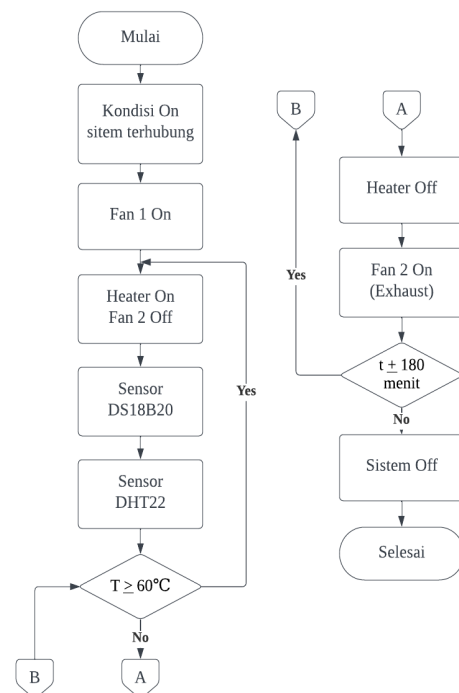
Gambar 1. Diagram Alir Penyelesaian

Dalam menyelesaikan masalah pada hal ini yang dilakukan pertama yaitu memulai studi literatur, lalu di lanjutkan dengan perencanaan alat yang ingin di kembangkan, selanjutnya pembuatan alat dan memodifikasi alat bila diperlukan, lalu dilanjutkan dengan tahap pengujian alat dan analisis, bila pada tahap ini alat yang dibuat tidak memenuhi kriteria maka akan dilakukan modifikasi, pengujian dan analisis ulang. Sampai alat tersebut memenuhi kriteria yang diinginkan dan selesai.



Gambar 2. Blok Diagram

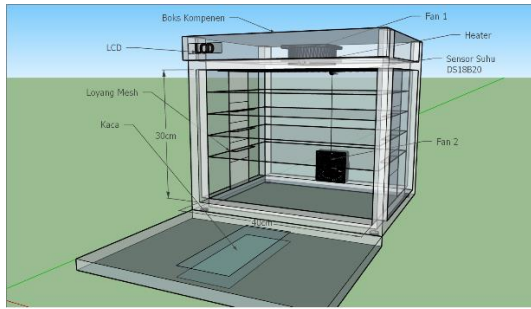
Menunjukkan tentang blok – blok diagram yang memiliki blok *input* yang terdiri dari Sensor DS18B20, *Power Supply* dan PID Controller yang di proses oleh Arduino Uno. Setelah dari Arduino Uno proses *output* dilanjutkan ke suatu komponen yang terbagi menjadi dua bagian yaitu Fan 1 dan Heater.



Gambar 3. Flowchart Sistem

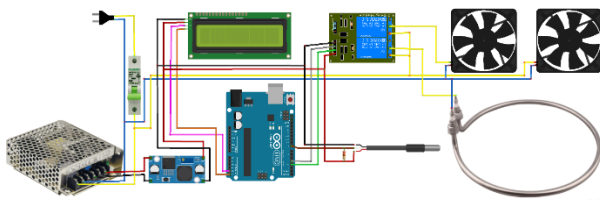
Alur pertama yang di lakukan yaitu mengaktifkan dengan menekan kontak *On* sampai kondisi system terhubung, setelah itu *Fan 1* dan *Heater* akan *On* lalu sensor suhu DS18B20 akan mendeteksi suhu yang di dihasilkan oleh *Heater* tersebut. Jika suhu melebihi 60°C maka *Heater* akan *Off* dan *Fan 2* akan *On* untuk mengurangi suhu yang terdapat didalam tabung. Setelah suhu stabil atau dibawah 60°C *Heater* akan kembali *On* sampai batas waktu yang ingin di tentukan oleh peneliti.

B. Metode Perencanaan sistem



Gambar 4. Desain Alat

Dijelaskan bahwa dimensi luar berukuran P=40cm x L=44cm x T=43cm, dimensi ruang bakar P=34cm x L=40cm x T=30cm dan jarak antar loyang berukuran 5cm, serta terdapat jendela kaca pada bagian depan untuk memantau perubahan kondisi bunga telang saat proses pen-ovenan. Pada bagian dalam terdapat beberapa komponen utama seperti sensor DS18B20, elemen pemanas berdiameter 12cm, fan 1 berukuran 12cm x 12cm dan fan 2 berukuran 9cm x 9cm. Dan pada bagian luar atas terdapat tempat untuk penyimpanan komponen..



Gambar 5. Implementasi Mikrokontroler

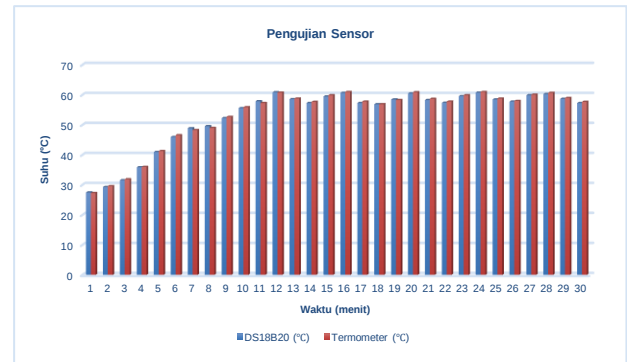
Dari gambar di atas dijelaskan pada saat kondisi *On Power Supply* memberikan input tegangan pada Arduino Uno untuk menerima data suhu dari sensor DS18B20 yang akan ditampilkan pada LCD16x2. Untuk elemen pemanas atau heater berdiameter 11cm. Monitoring suhu ditempatkan di ruang bakar untuk mendeteksi suhu secara menyeluruh. *Fan 1* berfungsi untuk menyebarkan suhu panas dari *heater*, *fan 2* berfungsi sebagai *exhaust* untuk mengurangi suhu yang berlebih pada ruang bakar agar tidak terjadi *overheat*. Agar tidak terjadi *overheat*, saat suhu pada ruang bakar melebihi 60°C *heater* akan *off*, *fan 2* akan *on* dan *fan 1* akan tetap *on* untuk menyebarkan suhu pada ruang bakar.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Komponen

Dari penelitian tentang Automasi Pengerin Bunga Telang Menggunakan Metode PID dengan suhu maksimum 60°C dan waktu pengeringan selama 180 menit, dapat dijelaskan bahwa semakin lama waktu pengeringan maka suhu pada ruang bakar akan meningkat. Suhu yang lebih tinggi akan mengefisien kan proses pengeringan. Semakin tinggi suhu yang disemburkan maka semakin banyak energi panas yang dihasilkan.

Pada pengeringan menggunakan box dan loyang distribusi suhu tersebar dengan baik, terutama pada loyang paling atas karena udara panas dari sumber pemanas berada di atas rak tersebut, sehingga suhu pada rak ini sangat tinggi dan proses pengeringan lebih cepat. Jadi jika suhu diatur lebih dari 60°C dan waktu pengeringan lebih dari 180 menit maka bunga telang akan menjadi gosong.



Gambar 6. Hasil Pengujian Sensor

Besarnya presentasi error pada pengukuran dapat di hitung menggunakan persamaan berikut :

$$\text{Error} = \frac{\text{Alat ukur}}{\text{Sensor}} \times 100\% \\ = \frac{27,3}{27,5} \times 100\% = 00,9$$

Gambar menunjukkan hasil dari sensor DS18B20 dan alat ukur manual. Data tersebut di ambil secara urut untuk mengetahui respons dari setiap alat ukur dari suhu yang di hasilkan, dapat disimpulkan bahwa nilai error yang di hasilkan 0,97% dimana nilai tersebut masih dapat diterima.



Gambar 7. Hasil Pengujian Heater

Pada tabel di atas dapat disimpulkan bahwa dalam waktu 30 menit suhu pada ruang bakar mencapai 99°C dengan rata-rata peningkatan suhu sebesar 2°C.

B. Hasil Pengujian Metode

Penelitian ini menggunakan analisis regresi, analisis regresi merupakan metode untuk memahami hubungan antara variabel independen

dan dependen, serta memprediksi data variabel dependen berdasarkan variabel independen.

Untuk mengetahui persentase data dari kadar air yang dihasilkan dari bunga telang yang sudah dikeringkan sebagai objek penelitian di gunakan persamaan berikut :

$$\text{Persentase kadar air} = \frac{M_2}{M_1} \times 100\%$$

Keterangan :

M_1 = Massa sebelum dikeringkan

M_2 = Massa setelah dikeringkan

Pada paragraf sebelumnya dijelaskan bahwasannya penelitian dibagi menjadi tiga metode untuk menghasilkan variabel, metode tersebut ialah :

1. Metode Pengeringan Dengan PID

Metode pengeringan ini adalah metode pengeringan yang menggunakan oven seperti pada umumnya, namun terdapat sebuah kipas dengan kendali PID yang akan menyala untuk membuang udara panas yang terdapat pada ruang bakar agar tidak terjadi kelebihan suhu atau *overheat*. Pada metode ini pengeringan menggunakan suhu serta waktu yang sama yaitu suhu 60°C dan waktu 180 menit (3 jam).

Tabel 1. Pengeringan Dengan PID

Waktu (menit)	Massa Awal (g)	Massa Akhir (g)	Kadar Air (%)
60	100	35	0,35
120	100	21	0,21
180	100	16	0,16

2. Metode Pengeringan Tanpa PID

Pada metode ini proses pengeringan dilakukan seperti pengeringan oven pada umumnya yang menggunakan pemanas dan kipas tanpa adanya kipas tambahan untuk membuang udara panas. Pada metode ini pengeringan menggunakan suhu serta waktu yang sama yaitu suhu 60°C dan waktu 180 menit (3 jam).

Tabel 2. Pengeringan Tanpa PID

Waktu (menit)	Massa Awal (g)	Massa Akhir (g)	Kadar Air (%)
60	100	47	0,47
120	100	27	0,27
180	100	20	0,2

3. Metode Pengeringan Manual

Pengeringan manual yang akan dilakukan peneliti yaitu pengeringan menggunakan panas

dari cahaya matahari seperti pengeringan konvensional pada umumnya. Metode ini bertujuan untuk perbandingan data dari metode sebelumnya.



Gambar 8. Metode Pengeringan Manual

Pada metode ini peneliti menggunakan panas cahaya matahari serta waktu selama tiga hari dan 360 menit (6 jam) di setiap harinya.

Tabel 3. Pengujian perlakuan ketiga

Hari Ke	Waktu (menit)	Massa Awal (g)	Massa Akhir (g)	Kadar Air (%)
1	360	100	26	0,26
2	720	100	17	0,7
3	1080	100	12	0,12

C. Perbandingan Nilai

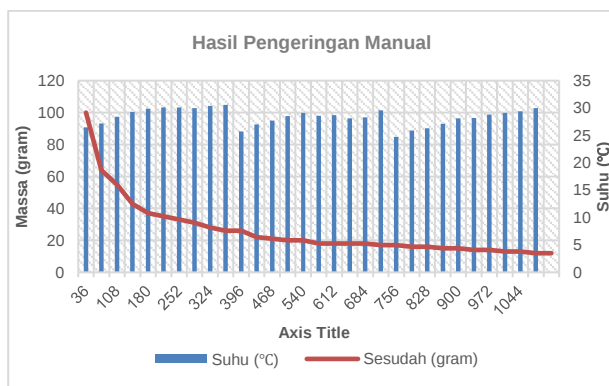
Perbandingan data bertujuan untuk memahami bagaimana variasi dalam suhu dan waktu yang mempengaruhi kualitas dan kuantitas hasil dari pengeringan bunga telang. Penulis membandingkan data meliputi suhu, waktu, hasil pengeringan, dan kadar air. Berikut adalah penjelasan singkat mengenai masing-masing variabel dan bagaimana mereka dapat dibandingkan:

Berikut adalah perbandingan data suhu dari metode pengeringan dengan PID dan tanpa PID, menggunakan suhu dan waktu yang sama :

- Pada metode pengeringan dengan PID terdapat penurunan suhu di menit 18 sebesar 53,4°C yang disebabkan keluarnya suhu melalui celah kipas, namun setelah menit 24 suhu mulai stabil sampai menit 180.
- Pada metode pengeringan tanpa PID terdapat lonjakan suhu di setiap menitnya sebesar 61,5°C - 62,3°C, hal tersebut di sebabkan oleh ruang bakar yang tertutup rapat dan menyebabkan *overheat*.

Perbandingan data hasil pengeringan berikut adalah perbandingan data hasil metode pengeringan dengan PID dan tanpa PID, menggunakan massa dan waktu yang sama.

- Pada metode pengeringan dengan PID terdapat perbedaan yang signifikan setelah menit 30, yang mana massa mengalami penurunan sekitar 47 gram selisih 10 gram dari massa pengeringan tanpa PID. Dari metode ini massa yang dihasilkan sebesar 16 gram dengan kadar air 0,16%.
- Pada metode pengeringan tanpa PID menghasilkan pengeringan dengan massa 20 gram, yang mana hal tersebut dianggap kurang maksimal dikarenakan kurangnya kadar air yang terbuang dengan metode tersebut. Dari metode ini massa yang dihasilkan sebesar 20 gram dengan kadar air 0,2%.



Gambar 9. Hasil Pengeringan Manual

Berikut adalah data dari hasil pengeringan manual. Dapat dilihat pada gambar di atas bahwasannya pada metode ini pengeringan dianggap kurang efisien dikarenakan proses pengeringan memerlukan waktu yang sangat lama yaitu 1080 menit/27 jam (9 jam setiap hari) saat cuaca cerah. Namun metode ini menghasilkan massa yang baik dari kedua metode sebelumnya yaitu 12 gram.

IV. KESIMPULAN

Kesimpulan dari Automasi Pengering Bunga Telang Menggunakan Metode PID adalah :

1. Hasil rancangan sistem pengering bunga telang menggunakan metode PID dapat diimplementasikan dengan suhu 60°C dengan waktu selama 180 menit (3 jam) mulai dari proses pengeringan awal hingga bunga telang kering.
2. Alat ini membutuhkan daya listrik sebesar 499,4 watt. Pengujian sensor DS18B20 dilakukan setiap 6 menit sekali sampai ke menit 180 dengan rata – rata error 0,97 %. Serta kipas dapat berfungsi dengan baik saat suhu mencapai 60°C, sehingga suhu pada ruang bakar menjadi stabil. Alat ini mampu mengeringkan bunga telang 450 gram sekaligus di saat cuaca sedang mendung bahkan hujan sekalipun.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. A. Sativa, S. Tamaroh, and A. Setyowati, "Pengaruh Cara Pengeringan Dan Ukuran Terhadap Warna Dan Aktivitas Antioksidan Teh Bunga Telang (*Clitoria ternatea*)," Yogyakarta, 2021.
- [2] S. Al-Fajri, "Rancang Bangun Alat Pengering Ikan dengan Memonitoring Suhu dan Kelembapan Berbasis Internet of Things (IoT)," Padang, May 2022. Accessed: Jul. 13, 2023. [Online]. Available: <http://msirp.org/journal/index.php/mtd/article/view/85>
- [3] A. Fatchullah *et al.*, "Implementasi Food Dehydrator Pada Pengeringan Bunga Telang Sebagai Produk Teh Umkm Kampung Cendana Kelurahan Perak Barat," vol. 1, no. 4, pp. 350–356, 2022, [Online]. Available: <https://etdci.org/journal/patikala/>
- [4] U. M. Arief, "Aplikasi Kontrol PID untuk Kontrol Suhu dan Humidity pada Sistem Pengeringan Seledri," Semarang, 2014. Accessed: Jul. 17, 2023. [Online]. Available: <https://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/jte/article/view/3583>
- [5] S. Indrianingsih, "Rancang Bangun Alat Pengering Biji Cokelat Berbasis Mikrokontroler Atmega328 Dengan Sumber Daya Panel Surya," Universitas Sumatera Utara, Medan, 2019. Accessed: Jul. 17, 2023. [Online]. Available: <http://repositori.usu.ac.id/handle/123456789/21398>
- [6] N. Ketut Ayu Martini *et al.*, "Pengaruh Suhu Dan Lama Pengeringan Terhadap Karakteristik Teh Bunga Telang (*Clitoria ternatea* L.) The Effect of Drying Temperature and Time on The Characteristics of Blue Pea Flower Tea (*Clitoria ternatea* L.)," 2020.
- [7] R. A. Fauzi, A. Widyasanti, S. Dwiratna, N. Perwitasari, and S. Nurhasanah, "Optimasi Proses Pengeringan Terhadap Aktivitas Antioksidan Bunga Telang (*Clitoria Ternatea*) Menggunakan Metode Respon Permukaan Optimization of Drying Process on Antioxidant Activity of Butterfly Pea (*Clitoria ternatea*) by Using Response Surface Methodology," 2022.
- [8] I. E. Mastuti, G. Fristianingrum, and Y. Andika, "Simposium Nasional Rapi Xii-2013 Ft Ums Ekstraksi Dan Uji Kestabilan Warna Pigmen Antosianin Dari Bunga Telang (*Clitoria Ternatea* L.) Sebagai Bahan Pewarna Makanan".
- [9] N. A. 'Arivantoro, I. 'Siradjuddin, and T. 'Winarno, "Implementasi Kontrol PI Pada

- Pengendalian Suhu Mesin Pengering Cabai Menggunakan Sistem Hybrid,” vol. 06, Jan. 2021.
- [10] K. J. Komputer, I. Teknologi, and D. T. Elektro, “Rancang Bangun Pengendalian Suhu Pada Alat Pengering Belimbing Wuluh Dengan Menggunakan Pengendali PID (Proportional Integral Derivative),” 2021.
- [11] N. Evalina, F. I. Pasaribu, A. Azis, and A. Sary, “Penggunaan Arduino Uno Untuk Mengatur Temperatur Pada Oven,” 2022, doi: 10.30596/rele.v1i1.