

Implementasi *Fuzzy Logic* Pada Pengontrolan Suhu Dalam Proses Pengeringan Daun Kelor (*Moringa Oleifera*) Sebagai Teh Herbal

Fahmi El-Zaatari, Siswoko, Ari Murtono

Abstrak — Daun kelor biasanya dimanfaatkan sebagai herbal dan salah satunya untuk dijadikan teh herbal. Proses pengeringan daun kelor sendiri biasanya menggunakan panas matahari, yang kelemahannya yaitu suhu matahari yang tidak stabil dan membutuhkan waktu yang lebih lama. Solusi untuk menjaga kualitas daun kelor ini yang akan dihasilkan adalah alat pengering oven dengan menggunakan kontrol *fuzzy*. Dengan ini diharapkan untuk menjaga kualitas daun kelor kering agar suhunya dapat stabil dengan suhu 60°C dan 50°C dengan penurunan presentase massa 50% selama 2 jam dan 4 jam tergantung dengan berat daun kelor ketika dikeringkan. Dengan adanya kontrol *fuzzy* ini diharapkan dapat menjaga agar suhu tetap stabil sehingga proses pengeringan daun kelor akan jadi baik kualitasnya.

Kata kunci : Daun kelor, Suhu, Waktu, Pengering, Kontrol Fuzzy.

I. PENDAHULUAN

Di Indonesia pohon kelor banyak ditanam sebagai pagar hidup dan ditanamkan di sepanjang ladang atau ditepi sawah dan juga berfungsi sebagai tanaman penghijau. Selain itu daun kelor juga dikenal sebagai tanaman obat berkhasiat dengan memanfaatkan seluruh bagian dari tanaman kelor mulai dari kulit batang, biji, daun hingga akarnya. Teh sebagai minuman yang terbuat dari pucuk muda teh dan mengalami proses pengolahan seperti pengeringan, penggilingan, pelayuan dan oksidasi enzimatis. Pengeringan menggunakan sinar matahari memiliki kekurangan yaitu waktu yang relatif lebih lama dan tergantung pada panas sinar matahari, sedangkan pengeringan dengan menggunakan oven memiliki kelebihan diantaranya suhu yang lebih stabil [3]. Suhu yang digunakan dalam proses pengeringan daun kelor adalah 50°C, 60°C, dan 70°C dengan waktu 100 menit, 160 menit dan 180 menit dan suhu yang

terbaik dalam pembentukan *flavonoid* yang dapat membentuk antioksidan yang optimal yaitu dengan suhu 60°C dan lama pengeringan yaitu 160 menit. Suhu pengeringan tergantung pada jenis herbal dan cara bagaimana mengeringkannya. Herbal juga dapat dikeringkan pada suhu yaitu 30°C-90°C, akan tetapi suhu yang baik tidak melebihi suhu 60°C. Herbal yang juga mengandung senyawa aktif yang tidak dapat tahan panas atau mudah menguap harus dikeringkan pada suhu serendah mungkin misalnya suhu 30°C-45°C, atau dengan cara pengeringan vakum.

Dengan berkembangnya teknologi-teknologi modern dan otomatisasi alat elektronik saat ini menjadikan pekerjaan lebih mudah. Sebagai contoh pada sistem pengaturan suhu pada alat pengering yang didesain lebih otomatis. Pada alat pengering dilengkapi dengan mikrokontroler arduino uno untuk pengendali suhu otomatis. Suhu dalam oven akan dideteksi oleh sensor suhu LM35 kemudian suhu tersebut akan diseting dengan suhu yang kita inginkan. Dan sistem akan berhenti berdasarkan penurunan massa yang diinginkan.

Dan pada saat ini proses pengeringan daun kelor masih menggunakan sinar matahari/manual. Oleh sebab itu dibuatlah alat untuk memudahkan proses pengeringan dengan judul “Implementasi *fuzzy logic* pada pengontrolan suhu dalam proses pengeringan daun kelor (*Moringa oleifera*) sebagai teh herbal.”

II. TINJAUAN PUSTAKA

1.1 Sensor Suhu LM 35

Sensor Suhu yang dipakai adalah sensor LM35, sensor ini merupakan komponen elektronika yang diproduksi oleh National Semiconductor. LM35 mempunyai keakuratan yang tinggi dan kemudahan dalam perancangan jika dibandingkan dengan sensor suhu yang lain, LM35 ini juga mempunyai keluaran impedansi rendah dan linieritas tinggi sehingga sangat mudah dihubungkan dengan rangkaian kendali khusus serta tidak memerlukan penyetelan lanjutan. Dengan tegangan keluaran berskala linear dengan suhu yang terukur, yaitu 10 milivolt per 1 derajat celsius.

Fahmi El-Zaatari adalah mahasiswa D4 Teknik Elektronika Politeknik Negeri Malang, email : fahmiezzaatari05@gmail.com
Siswoko dan Ari Murtono adalah dosen Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Malang

2.2 Arduino Uno R3

Arduino Uno R3 yaitu papan pengembangan (*development board*) mikrokontroler yang berbasis chip ATmega328P. Disebut dengan papan pengembangan karena board ini memang berfungsi sebagai arena prototyping sirkuit mikrokontroler. Arduino UNO mempunyai 14 pin input dan pin output (atau biasa ditulis I/O, dimana 6 pin diantaranya dapat digunakan sebagai output PWM), 6 pin input analog, menggunakan crystal 16 MHz, koneksi USB, jack listrik, ICSP header dan tombol reset. Hal ini adalah semua yang diperlukan untuk mendukung sebuah rangkaian mikrokontroler. Cukup dengan menghubungkan ke komputer dengan kabel USB atau diberi power dengan adaptor AC-DC atau baterai untuk menjalankannya dengan baik .

2.3 Papan Tombol Membran Matriks 4x4

Papan tombol (*keypad*) ini terdiri dari 16 tombol yang sangat berguna untuk antarmuka komponen pada penggunaan mikrokontroler. Papan tombol ini dapat beroperasi pada tegangan maksimal 24 VDC dengan arus maksimal 30 mA. Kemudian memiliki akses 8 *pin* ke matriks 4x4[8].

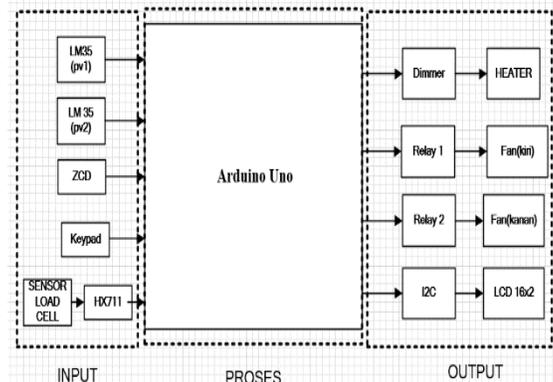
2.4 LCD Alfanumerik 16x2

LCD merupakan salah satu komponen elektronika yang dapat menampilkan suatu data, baik karakter, huruf, maupun grafik [9]. LCD akan menampilkan data hasil pembacaan sensor. LCD yang digunakan memiliki kapasitas 16 kolom dan 2 baris.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Prinsip Kerja Alat

Prinsip kerja alat ini adalah pertama yang lakukan adalah menekan tombol *start* untuk mengaktifkan mikrokontroler dan kemudian memasukkan nilai *setpoint* suhu (LM35) berapa yang ditentukan. Ketika sensor mendeteksi suhu kurang dari *setpoint* maka *heater* diberi daya lebih sehingga lebih panas maka mikrokontroler akan mempertahankan panas *heater* agar tetap dalam kondisi stabil dan untuk mengetahui presentase penurunan massa yang kita inginkan pada daun kelor menggunakan *load cell*, ketika presentase penurunan massa yang diinginkan sudah tercapai maka sistem tersebut akan berhenti.



Gambar 1 Diagram Blok Sistem

3.2 Perencanaan Mekanik

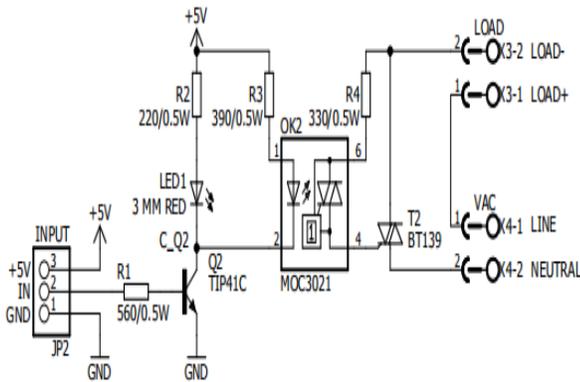


Gambar 2 Perencanaan Mekanik

Pada perencanaan mekanik yang akan di buat ini memiliki beberapa spesifikasi, diantaranya adalah:

1. Dimensi
 - Panjang : ±40 cm
 - Lebar : ±40 cm
 - Tinggi : ±40 cm
2. Dimensi *Heater Tubular*
 - Panjang : ±25cm
3. Dimensi loyang
 - Panjang : ± 30 cm
 - Lebar : ±30 cm
4. Box Kontrol
 - Panjang : ± 17 cm
 - Lebar : ±12 cm
 - Tinggi : ±20 cm
5. Kapasitas Maksimal: 1 kg
6. Bahan Mekanik : Alumunium
7. Suplay Voltage
 - Kontroller : 5 Vdc
 - *Heater Tubular*: 700watt
 - Processor : Arduino Uno R3
 - Sensor : LM 35
 - Range Suhu : 40°C s/d 80°C
8. Actuator : Heater
9. Display : LCD 16x2
10. Sumber Daya : 220VAC

3.3 Perancangan Rangkaian Driver Heater

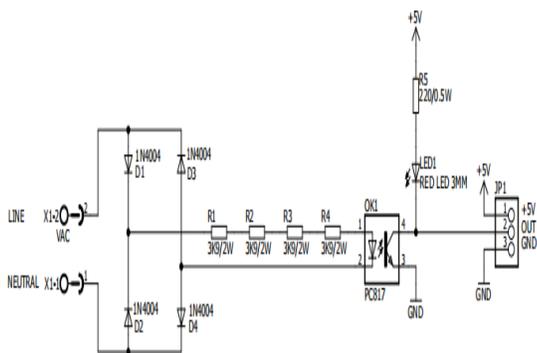


Gambar 3 Rangkaian Driver Heater

Gambar 3 merupakan rangkaian driver heater yang bertujuan untuk mengatur besar kecilnya panas heater atau dapat dikatakan mengatur daya yang dikeluarkan oleh heater tersebut, dimana keluarannya diatur dengan sudut picu alfa(α). Dalam mendesain rangkaian driver heater harus memperhatikan beban yang akan digunakan pada saat melakukan percobaan tersebut. Optocoupler pada rangkaian yang ditunjukkan diatas berfungsi untuk mengisolasi antara jaringan kerja listrik AC (triac dan beban heater) dengan arduino uno dan juga sebagai pendeteksi titik nol dari jala-jala AC. Pada alat oven pengeringan ini menggunakan Optocoupler jenis MOC3021.

3.4. Perencanaan Rangkaian Zero Crossing Detector (ZCD)

ZCD digunakan sebagai pendeteksi titik nol pada tegangan jala-jala. Rangkaian ZCD gambar 6 ini akan memberikan output pulsa pada saat terjadi persilangan nol pada tegangan AC yang terdeteksi.



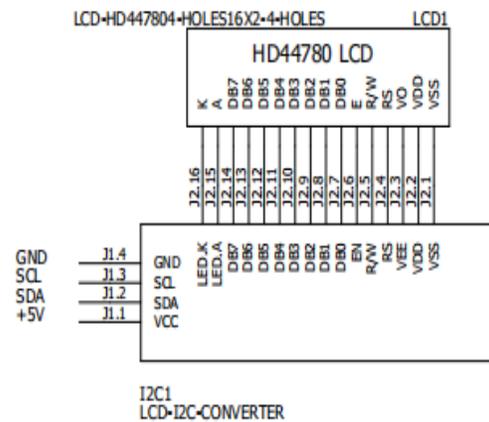
Gambar 4 Rangkaian ZCD

Komponen yang digunakan pada rangkaian diatas adalah D1-D4 menggunakan dioda 1N4004. Alasan mengapa menggunakan dioda 1N4004 tersebut karena, tegangan jala-jala PLN sebesar 220Vac dan frekuensi 50HZ maka

spesifikasi diode yang digunakan harus diatas dari tegangan jala-jala tersebut.

3.5 Rangkaian LCD (Liquid Crsytal Display)

LCD berfungsi untuk menampilkan angka dan huruf, dan memberikan suatu informasi dari suatu sistem tersebut. Disini LCD berfungsi untuk menampilkan run/stop, pv1 sebagai lm 35 dan pv2 sebagai lm35 ketika system berjalan, menampilkan setpoint temperature yang diinginkan, skematik rangkaian LCD yang dihubungkan pada I2C (Inter Integrated Circuit) pada gambar 5, I2C berfungsi untuk menghemat penggunaan pin pada Arduino Uno. Berikut merupakan konfigurasi pin LCD – I2C pada Arduino Uno.

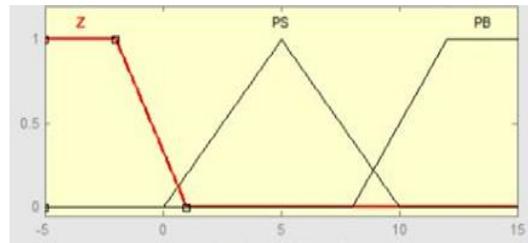


Gambar 5 Rangkaian Lcd Dan I2C

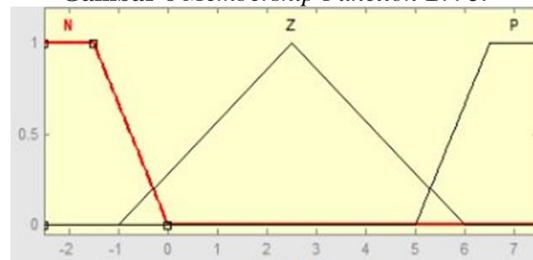
3.6 Perancangan Kontrol Fuzzy

3.6.1 Fungsi Keanggotaan Masukan

Pada perancangan fuzzy ini memiliki 3 varaibel keanggotaan yaitu Zero (Z), Positive Small (PS) dan Positive Big(PB) Dan memiliki variabel masukan berupa Error dan $\Delta Error$. Dimana nilai Error diperoleh dari nilai suhu setpoint dikurangi nilai sebenarnya, dan sedangkan $\Delta Error$ diperoleh dari nilai suhu sekarang dikurangi dengan nilai Error suhu sebelumnya. Berikut ini adalah gambar fungsi keanggotaan Error dan $\Delta Error$



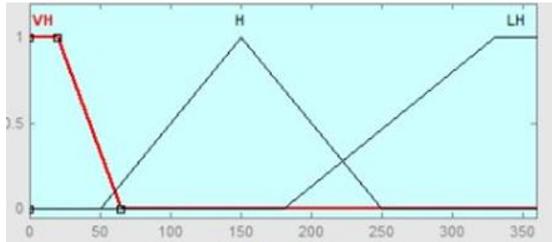
Gambar 6 Membership Function Error



Gambar 7 Membership Function $\Delta Error$

3.6.2 Fungsi Keanggotaan Keluaran

Pada fungsi keanggotaan keluaran, output yang diharapkan adalah panas yang dikeluarkan oleh heater dalam oven yang digunakan untuk pengeringan daun kelor. Untuk mengatur besarnya panas pada heater terdapat 3 variabel keanggotaan keluaran yaitu *Very Hot* (VH), *Hot* (H), *Low Hot* (LW), Besarnya panas tersebut bergantung dari besarnya *angle* yang dikeluarkan oleh arduino uno



Gambar 8 Membership Function Output

3.6.3 Perencanaan Rule Base

Fuzzy Rule Base berupa pernyataan - pernyataan logika fuzzy. Fuzzy Rule Base yang berbentuk pernyataan IF-Then yang menyatakan pernyataan kondisi. Penyusunan Rule Base ini sangat berpengaruh pada proses pengambilan keputusan yang dilakukan oleh plant tersebut. Berdasarkan pada basis aturan fuzzy pada proses perancangan ini aturan fuzzy dibuat dengan menggunakan metode *Centre of Gravity* (COG). metode ini berdasarkan pada pengetahuan terhadap tingkah laku sistem.

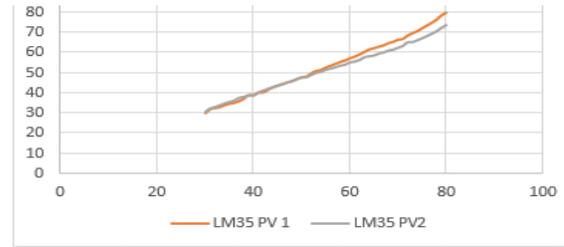
Tabel 1 Aturan Fuzzy

E\dd	N	Z	P
Z	Low Hot	Low Hot	Hot
PS	Low Hot	Hot	Very Hot
PB	Hot	Very Hot	Very Hot

IV. HASIL DAN ANALISA

4.1 Pengujian Sensor Suhu LM 35

Pengujian sensor suhu LM35 dilakukan untuk mengetahui sensor suhu dapat bekerja, maka diperlukan pengkalibrasian sensor. Kalibrasi digunakan untuk menentukan nilai konvensional pada alat pengukuran. Pengkalibrasian terdapat dua sensor Lm35 yaitu pv1 dan pv2 perbandingan ini menggunakan thermometer dengan rentang suhu 30-80°C.



Gambar 9 Grafik Perbandingan Suhu Thermometer Dan Lm 35.

Pada grafik diatas dapat dilihat perbandingan antara dua sensor suhu lm35 yang diberi nama pv1 dan pv2. Pada suhu 30°C, pv1 memiliki nilai sebesar 29.8 dan pv2 sebesar 30.4 memiliki selisih 0.6 dan pada saat suhu 80°C pada thermometer nilai pv1 sebesar 79.8 dan pv2 sebesar 73.2 yang memiliki selisih 6.6 namun grafik pv1 dan pv2 tetap memiliki hasil yang linier.

4.2 Pengeringan Daun Kelor Tanpa Kontrol

Pengeringan daun kelor ini di lakukan dengan 2 cara yaitu pengeringan tanpa kontrol dan pengeringan menggunakan kontrol fuzzy, untuk kemudian hasilnya dapat di bandingkan dan akan dibuat kesimpulan.

Pengeringan ini di lakukan untuk mengetahui berapa persen presentase penurunan massa pada daun kelor jika tanpa menggunakan kontrol, dan seperti apakah hasil pengeringan daun kelor tanpa kontrol tersebut.

Tabel 2 Uji Coba Pengeringan Daun Kelor 200gram Tanpa Kontrol Dengan Presentase Penurunan Massa 10%

Waktu/ Menit	Suhu/°C	Berat/ gram
5 menit	47.1°C	189 gram
10 menit	78°C	158 gram



Gambar 10 Daun Kelor Sebelum Dikeringkan



Gambar 11 Daun Kelor Sesudah Dikeringkan

Gambar 10 adalah gambar daun kelor yang belum di keringkan. Gambar 11 adalah gambar ketika daun kelor sudah dikeringkan dengan suhu 78°C dalam waktu 10 menit dengan presentase penurunan massa 10% dan daun kelor belum sepenuhnya kering sebagian dan daun sedikit agak mengalami kerusakan dalam warna karena suhu yang terlalu panas. Dan jika suhu melebihi di khawatirkan akan berdampak pada kualitas daun kelor dan juga oven tersebut.

4.3 Pengeringan Daun Kelor Menggunakan Kontrol Fuzzy

Pengeringan ini di lakukan untuk mengetahui berapa penurunan presentase massa pada daun kelor kering menggunakan kontrol fuzzy dengan suhu 60°C seperti apa hasil dari pengeringan tersebut.

Tabel 3 Uji Coba Pengeringan Daun Kelor 200gram Menggunakan Kontrol Fuzzy Dengan Suhu 60°C Dan Presentase Penurunan Massa 50%

Waktu/ Menit	Suhu/°C	Berat/ gram
Menit awal	26.1°C	200 gram
5 menit	41.0°C	194 gram
10 menit	56.8°C	180 gram
15 menit	59.8°C	176 gram
20 menit	59.7°C	175 gram
25 menit	59.4°C	174 gram
30 menit	59.4°C	171 gram
35 menit	59.6°C	168 gram
40 menit	59.5°C	165 gram
45 menit	59.7°C	160 gram
50 menit	59.9°C	157 gram
55 menit	59.1°C	154 gram
1 jam	59.2°C	148 gram
1.15 menit	59.7°C	138 gram
1.30 menit	59.5°C	127 gram
1.45 menit	59.4°C	115 gram
2 jam	59.7°C	102 gram



Gambar 12 Daun Kelor Sebelum Dikeringkan



Gambar 13 Daun Kelor Sesudah Dikeringkan

Pengeringan ini telah dilakukan menggunakan kontrol fuzzy.



Gambar 14 adalah gambar daun kelor yang belum dikeringkan.

Gambar 13 yang bawah adalah gambar daun kelor ketika sudah dikeringkan dengan suhu 60°C dengan presentase penurunan massa 50%.

4.4 Pengeringan Daun Kelor Menggunakan Kontrol Fuzzy

Pengeringan ini di lakukan untuk mengetahui berapa persen penurunan presentase masa pada daun kelor kering menggunakan kontrol fuuzzy dengan suhu 50°C seperti apa hasil dari pengeringan tersebut.

Tabel 4 Uji Coba Pengeringan Daun Kelor 200gram Mmenggunakan Kontrol Fuzzy Dengan Suhu 50°C Dan Presentase Penurunan Massa 50%.

Waktu/ menit	Suhu/°C	Berat/ gram
Menit awal	26.9°C	200 gram
5 menit	40.5°C	196 gram
10 menit	49.5°C	194 gram
15 menit	50.3°C	191 gram
20 menit	49.5°C	189 gram
25 menit	49.4°C	184 gram
30 menit	49.5°C	179 gram
35 menit	49.8°C	177 gram
40 menit	50.0°C	175 gram
45 menit	49.8°C	173 gram
50 menit	49.3°C	171 gram
55 menit	49.7°C	169 gram
1 jam	49.7°C	167 gram
1.15 menit	49.5°C	164 gram
1.30 menit	49.7°C	157 gram
1.45 menit	49.6°C	151 gram
2 jam	50.0°C	147 gram

2.15 menit	49.6°C	141 gram
2.30 menit	49.8°C	135 gram
2.45 menit	49.9°C	131 gram
3 jam	49.7°C	128 gram
3.15 menit	49.6°C	116 gram
3.30 menit	50.1°C	111 gram
3.45 menit	49.8°C	105 gram
4 jam	49.7°C	92 gram

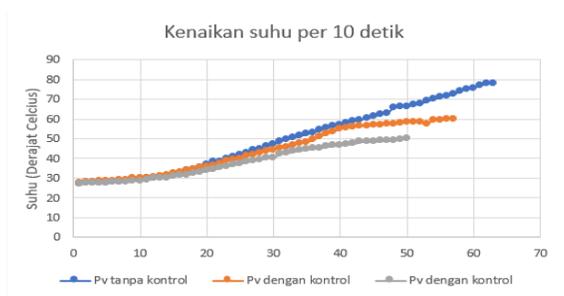


Gambar 14 Daun Kelor Sebelum Dikeringkan



Gambar 15 Daun Kelor Sesudah Dikeringkan

Pengeringan dilakukan menggunakan kontrol *fuzzy*. Gambar 14 adalah gambar daun kelor yang belum dikeringkan. Gambar 15 yang bawah adalah gambar daun kelor sudah dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 50°C dengan presentase penurunan massa 50%. Dari hasil percobaan ini menggunakan daun kelor 200gram dan jika daun kelor lebih dari 200gram apakah bisa diselesaikan dengan suhu dan waktu yang sama dengan penurunan presentase massa yaitu 50% menggunakan kontrol *fuzzy*.



Gambar 16 Grafik Perbandingan Kenaikan Suhu Tanpa Kontrol *Fuzzy* Dan Menggunakan Kontrol *Fuzzy* per 10 detik.

Pada grafik diatas dapat dilihat perbandingan antara tanpa kontrol *fuzzy* yang terus naik dan menggunakan kontrol *fuzzy* yang menunjukkan tetap stabil di suhu 60°C dan 50°C.

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Setelah melakukan pengujian dan analisa tersebut maka dapat disimpulkan:

1. Persentase penurunan massa yang diinginkan dengan kontrol fuzzy tersebut yaitu 50% dari berat awal daun kelor yaitu 200gram pada suhu 60°C dan 50°C dengan waktu 2 jam dan 4 jam.
2. Penurunan presentase massa 10% tanpa kontrol dengan suhu 78°C dalam waktu 10 menit dengan berat awal 200gram menjadi 158gram. Dan jika suhu melebihi tersebut akan merusak kualitas dari daun kelor tersebut.

5.2 Saran

Daun kelor yang digunakan yaitu 200gram dan disarankan di teliti ulang untuk berat lebih dari 200gram. Apakah bisa diselesaikan dengan suhu dan waktu yang sama dengan presentase penurunan massa 50% dengan menggunakan kontrol *fuzzy*.

DAFTAR PUSAKA

- [1] Simbolan, J. M., Sitorus, M., dan Katharina, N. 2007. Cegah Malnutrisi dengan Kelor. Kanisius: Yogyakarta.
- [2] Juniaty, Towaha Balitri. 2013. Kandungan Senyawa Kimia Pada Daun Teh (*Camellia sinensis*). Warta Penelitian dan Pengembangan Tanaman Industri. Vol.19 No.3
- [3] Somantri, Ratna dan Tantri, K. 2011. Kisah Khasiat Teh. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- [4] Ana T.S., (2011). Pengaruh Suhu dan Lama Pengeringan Terhadap Kadar Vitamin A dan Vitamin C, Serta Aktivitas Antioksidan Teh Daun Kelor (*Moringa oleifera Lam*). Skripsi. Universitas Pembangunan Nasional "Veteran". Jawa Timur.
- [5] Departemen Kesehatan RI, (1985), Cara Pembuatan Simplisia. Dirjen Pengawasan Obat dan Makanan, Jakarta.
- [6] Sensor Suhu LM35 Datasheet <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm35.pdf> (Diakses Tanggal 20 September 2019)
- [7] <https://store.arduino.cc/usa/arduino-uno-rev3> (Diakses Tanggal 27 September 2019)
- [8] Parallax. 2011. 4x4 Matrix Membrane Keypad (#27899). California : Parallax Inc.
- [9] Mario, dkk. 2018. Rancang Bangun Sistem Proteksi dan Monitoring Penggunaan Daya Listrik Pada Beban Skala Rumah Tangga Berbasis Mikrokontroler ATmega328P. PRISMA FISIKA, Vol. VI, No. 01 (2018), Hal. 26 – 33