

**VISUALISASI PENGENDALIAN KONDISI LINGKUNGAN *GREENHOUSE*
UNTUK PERTUMBUHAN TANAMAN KANGKUNG DARAT (*Ipomoea reptans* P.)
DENGAN MENGGUNAKAN LOGIKA FUZZY**

*(Visualization of Controlling Greenhouse Environmental Conditions For The Growth of
Kale Plant (*Ipomoea reptans* P.) using Fuzzy Logic)*

Yusril Agus Putra¹, Agus Arip Munawar^{1*}, Indera Sakti Nasution¹

¹Program Studi Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Syiah Kuala

*Corresponding author: aamunawar@unsyiah.ac.id

Abstrak. Kemajuan di bidang teknologi yang begitu pesat sekarang ini, memacu semua aspek untuk mengalami perkembangan-perkembangan ke arah yang lebih baik terutama pada sektor pertanian sebagai salah satu komoditas utama manusia. Melalui implementasi Industri 4.0 di sektor pertanian, diharapkan proses usaha tani semakin efisien, sehingga menyebabkan peningkatan produktivitas dan meningkatkan daya saing produk yang terkhusus pada produk yang berasal dari sektor pertanian. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sebuah program komputer yang didesain menggunakan program Visual Basic 6.0 untuk dapat memvisualisasikan kondisi lingkungan greenhouse untuk pertumbuhan tanaman kangkung darat (*Ipomoea reptans* P.) dengan kendali logika fuzzy. Adapun variabel yang akan dikendalikan adalah suhu, kelembaban udara dan kadar air tanah dari ruang tumbuh kangkung darat (*Ipomoea reptans* P.). Prinsip kerja dari perangkat lunak (software) pengendali kondisi lingkungan greenhouse pada tanaman kangkung darat ini adalah saat nilai suhu berada lebih 25°C maka program akan menyalakan kipas dan ketika nilai suhu berada dibawah 25°C kipas akan mati secara otomatis, ketika nilai kelembaban udara berada kurang dari 60% maka program akan menjalankan sprayer dan ketika nilai kelembaban udara lebih dari 60% maka program akan mematikan sprayer secara otomatis dan saat kadar air tanah kurang dari 60% maka program akan otomatis menyalakan pompa air dan akan mematikannya secara otomatis saat nilai kadar air tanah bernilai lebih dari 60%. Hasil pengujian dari sampel percobaan berdasarkan kombinasi pengujian maka didapatkan software dapat berjalan dengan sangat baik dengan tingkat persentase keakuratan 100%.

Kata Kunci: Kondisi Greenhouse; Kangkung Darat; Program Komputer; Simulasi, Visual Basic 6.0

Abstract. The rapid development of technology has made all aspects to create developments towards a better direction, especially in the agricultural sector as one of the important commodities. The implementation of Industry 4.0 in the agricultural sector is expected to be more efficient, causing an increase in productivity and product competitiveness, especially in products originating from the agricultural sector. This study aims to create a computer program using Visual Basic 6.0 program to be able to visualize the greenhouse environmental conditions for the growth of water spinach (*Ipomoea reptans* P.) with fuzzy logic control. The variables to be controlled are temperature, air humidity and soil moisture content of the kale (*Ipomoea reptans* P.) growing room. The principle of the software controlling greenhouse environmental conditions on the kale is when the temperature value is more than 25oC, the program will turn on the fan and when the temperature value is below 25oC the fan will turn off automatically, when the humidity value is less than 60% then the program will run the sprayer and when the humidity value is more than 60% then the program will turn off the sprayer automatically and when the soil moisture content is less than 60% then the program will automatically turn on the water pump and will turn it off automatically when the soil moisture content value is more than 60 %. The experimental results based on a combination of tests obtained that the software can operate very well with a percentage of 100%.

Keywords : Greenhouse Environmental; Kale; Simulation; Software; Visual Basic 6.0

PENDAHULUAN

Kemajuan di bidang teknologi yang begitu pesat sekarang ini, memacu semua aspek untuk mengalami perkembangan-perkembangan ke arah yang lebih baik dari segi kualitas maupun dari segi kuantitas. Hal ini pun berdampak pada sektor pertanian sebagai salah satu komoditas utama manusia. Teknologi yang berkembang menyediakan kualitas

yang lebih baik dalam penyediaan bahan pangan dewasa ini. Hal ini ditunjukkan untuk kepuasan manusia sebagai konsumen dari bahan pangan tersebut. Melalui implementasi Industri 4.0 di sektor pertanian, diharapkan proses usaha tani semakin efisien, sehingga menyebabkan peningkatan produktivitas dan meningkatkan daya saing produk yang terkhusus pada produk yang berasal dari sektor pertanian.

Kangkung darat (*Ipomoea reptans P.*) merupakan salah satu tanaman jenis sayur yang memiliki nilai ekonomi tinggi dan bersifat khas daerah tropis serta banyak digemari oleh masyarakat. Berdasarkan keputusan Menteri Pertanian pada nomor 511/Kpts/PD.310/9/2006 disebutkan bahwa kangkung darat adalah salah satu tanaman sayuran yang diprioritaskan di Indonesia karena konsumsi kangkung darat yang sangat besar menjadi penyebab utamanya. Kangkung darat merupakan termasuk tanaman yang relatif tahan pada kekeringan dan memiliki daya adaptasi yang luas terhadap berbagai keadaan lingkungan tumbuh, pemeliharaannya yang mudah, dan memiliki masa panen yang terbilang pendek (Suratman, 2000).

Penelitian ini mengacu pada pembuatan program pengendalian sensor-sensor pada ruang tumbuh tanaman pangan dengan menggunakan aplikasi *Visual Basic 6.0* yang telah di-*install* pada komputer. Pengendalian tersebut kemudian divisualisasikan dalam bentuk sebuah program komputer (*software*) yang dapat mengendalikan kondisi lingkungan *greenhouse* untuk pertumbuhan kangkung darat (*Ipomoea reptans P.*) menggunakan logika *fuzzy*.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Instrumentasi dan Energi, Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Syiah Kuala, Darussalam, Banda Aceh. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September hingga Desember tahun 2020. Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah seperangkat Laptop dengan sistem operasi *Microsoft Windows*, aplikasi *Microsoft Visual Basic 6.0*, serta aplikasi pendukung seperti *Adobe Photoshop CS6*, aplikasi *Macromedia Flash* dan *MATLAB 2015*. Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah data dan informasi mengenai suhu, kelembaban udara dan kadar air tanah pada pertumbuhan kangkung darat (*Ipomoea reptans P.*). Selain itu juga digunakan buku-buku serta jurnal penelitian mengenai tumbuhan kangkung darat (*Ipomoea reptans P.*) dan beberapa buku tentang penggunaan *software* yang digunakan.

Pembuatan Algoritma Sistem Simulasi

Pembuatan algoritma dimulai dengan penentuan variabel yang akan dikendalikan, antara lain adalah suhu, kelembaban udara dan kadar air tanah dari ruang tumbuh kangkung darat (*Ipomoea reptans P.*). Dimana nilai pengaturan (*set point*) yang digunakan adalah sebagai berikut:

- Suhu (T) : 25°C
- Kelembaban udara (RH) : 60%
- Kadar air (W) : 60 %

Kemudian menentukan aksi yang dijalankan pada algoritma tersebut sebagai berikut :

- Jika suhu (T) $> 25^{\circ}\text{C}$ \rightarrow Kipas jalan (ON)
- Jika suhu (T) $\leq 25^{\circ}\text{C}$ \rightarrow Kipas mati (OFF)
- Jika kelembaban udara (RH) $< 60\%$ \rightarrow Sprayer jalan (ON)
- Jika kelembaban udara (RH) $\geq 60\%$ \rightarrow Sprayer mati (OFF)

- e. Jika kadar air (W) $< 60\%$ → Pompa jalan (ON)
 f. Jika kadar air (W) $\geq 60\%$ → Pompa mati (OFF)

Adapun sistem pengontrolan yang digunakan pada penelitian ini adalah sistem kontrol logika *fuzzy*. Untuk menerapkan metode logika fuzzy maka diperlukan Fuzzifikasi, *Rule Base* dan Defuzzifikasi (Masita, 2007).

1. Fuzzifikasi

Proses yang pertama dalam tahapan logika fuzzy adalah fuzzifikasi. Proses ini dilakukan untuk menentukan masing-masing himpunan crips input dan crips output yaitu sebagai berikut :

- a) Suhu (T) memiliki input nilai yang terdiri dari tiga himpunan fuzzy, tiap himpunan memiliki tingkat suhu berbeda yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Himpunan Variabel Suhu (T)

Kondisi <i>Greenhouse</i>	Suhu (T)
Panas	$> 30^{\circ}\text{C}$
Normal	$30^{\circ}\text{C} \geq \text{suhu} \geq 25^{\circ}\text{C}$
Sejuk	$< 25^{\circ}\text{C}$

- b) Kelembaban udara memiliki input nilai yang terdiri dari tiga himpunan fuzzy, masing-masing himpunan memiliki tingkat kelembaban berbeda yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Himpunan Variabel Kelembaban Udara

Kondisi <i>Greenhouse</i>	Kelembaban Udara
Basah	$> 80\%$
Normal	$80\% \geq \text{kelembaban udara} \geq 60\%$
Kering	$< 60\%$

- c) Kadar air tanah memiliki input nilai yang sama seperti kelembaban udara yaitu terdiri dari tiga himpunan fuzzy serta tiap himpunan memiliki tingkat kadar air tanah berbeda yang dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Himpunan Variabel Kadar Air Tanah

Kondisi <i>Greenhouse</i>	Kadar Air Tanah
Basah	$> 80\%$
Normal	$80\% \geq \text{kadar air tanah} \geq 60\%$
Kering	$< 60\%$

- d) *Output* dari variabel yang digunakan adalah untuk menyalakan (*on*) dan mematikan (*off*) aliran pergerakan dari masing-masing alat yang mengendalikan setiap variabel.

2. Rule Base

Adapun tahap kedua pada proses *fuzzy* adalah *rule base*, yang berfungsi untuk menentukan aturan-aturan *fuzzy* untuk input dan output. Aturan *fuzzy* yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 4, 5 dan 6.

Tabel 4. Rule Base Pengendalian Suhu

Kendali Suhu	Sejuk	Normal	Panas
Kipas	Off	On	On

Tabel 5. Rule Base Pengendalian Kelembaban Udara

Kendali Kelembaban Udara	Basah	Normal	Kering
Sprayer	Off	Off	On

Tabel 6. Rule Base Pengendalian Kadar Air Tanah

Kendali Kadar Air Tanah	Basah	Normal	Kering
Pompa	Off	Off	On

3. Defuzzifikasi

Tahap terakhir dalam logika fuzzy adalah proses defuzzifikasi. Defuzzifikasi adalah suatu proses yang menggabungkan seluruh fuzzy output menjadi sebuah hasil spesifik yang dapat digunakan untuk masing-masing sistem output. Defuzzifikasi merupakan proses kebalikan dari fuzzifikasi, dimana nilai keanggotaan dari suatu gugus fuzzy dikonversi ke dalam suatu bilangan *real*.

Pembuatan Program untuk Simulasi

Adapun diagram alir (*flowchart*) yang telah dibuat akan mempermudah dalam menerjemahkan menjadi sebuah bahasa pemrograman, dalam hal ini digunakan aplikasi *Visual Basic*. Program dibuat berdasarkan aliran data dari diagram alir dan juga algoritma yang telah dibuat.

Pengujian Program

Adapun pengujian terhadap program dilakukan dengan memasukkan berbagai macam tipe kombinasi dari data. Dalam hal ini digunakan data-data dari penelitian sebelumnya. Pengujian juga dilaksanakan pada berbagai model komputer untuk mencoba apakah program akan berjalan dengan baik atau tidak.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Deskripsi Program

Penulis memberikan nama untuk perangkat lunak (*software*) yang dirancang adalah dengan nama *GreenScapes (Greenhouse scapes)*. Nama tersebut dipilih karena program yang dirancang dapat berfungsi untuk memvisualisasikan kondisi lingkungan rumah kaca (*greenhouse*). Perangkat lunak (*software*) tersebut berupa program dengan bentuk simulasi yang dapat menampilkan kondisi *greenhouse* yang dapat dikendalikan sesuai dengan yang diinginkan oleh pengguna (*user*). Sehingga pengguna dapat mengetahui sistem kinerja rumah kaca (*greenhouse*) dengan mengatur kondisi suhu, kelembaban udara dan kadar air tanah. Variabel yang dimasukkan pada program ini adalah suhu (T), kelembaban udara (RH) dan kadar air tanah (W).

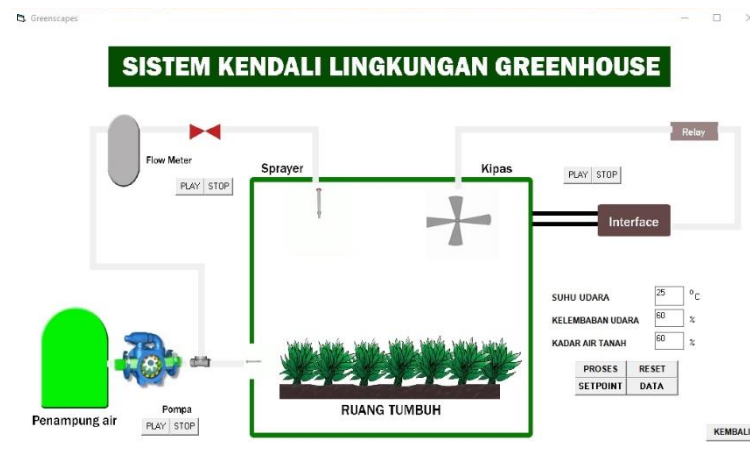
Pengolahan data dilakukan dengan proses kendali *if*. Kendali *if* dapat mengendalikan tiga variabel yaitu suhu, kelembaban udara dan kadar air tanah secara bersamaan. Kendali *if* dipilih karena sederhana dan mudah dimengerti oleh programmer dalam mengendalikan tiga variabel tersebut.

Program yang dirancang akan berbentuk *application file* dimana program tersebut terdiri dari tiga *form* tampilan. *Form* yang pertama yaitu sebagai halaman pembuka atau

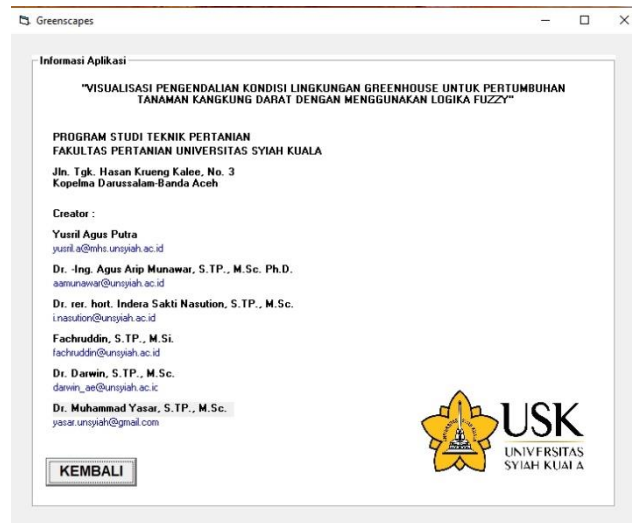
tampilan awal pada program yang berisi judul program serta informasi mengenai program tersebut. *Form* selanjutnya atau *form* yang kedua dapat disebut sebagai program utama (*main program*) atau tampilan utama dari program yang dibuat untuk menjalankan simulasi. *Form* ketiga berisi keterangan fungsi dari program serta informasi pembuat program (*programmer*). Program yang telah dirancang kemudian disimpan dalam bentuk file berekstensi *Visual Basic Project (*.vbp)*. Kemudian file dari program tersebut disimpan dalam bentuk file berekstensi *executable (*.exe)* agar dapat dioperasikan sebagai program computer. Tampilan program (*software*) dapat dilihat pada Gambar 1, 2 dan 3.



Gambar 1. Tampilan Pembuka Program (*Form 1*)



Gambar 2. Tampilan Program Utama (*Main Program*)



Gambar 3. Tampilan Informasi Program (Form 3)

Pengujian Program Pada Visual Basic 6.0

Pengujian dikatakan berhasil jika tampilan pada program sesuai dengan algoritma yaitu apabila suhu lebih dari 25°C maka program akan menjalankan animasi kipas dan merubah animasi garis dari warna merah menjadi warna hijau. Apabila suhu tersebut lebih kecil dari 25°C maka program akan mematikan animasi kipas dan kembali merubah aliran garis berwarna hijau menjadi garis berwarna merah. Kemudian untuk pengendalian kelembaban udara, apabila kelembaban udara kurang dari 60% maka program akan menjalankan animasi sprayer dan akan merubah aliran animasi garis warna merah menjadi garis berwarna biru dan apabila kelembaban udara lebih besar dari 60% maka program akan mematikan animasi sprayer serta merubah aliran animasi garis warna biru menjadi warna merah. Selanjutnya untuk pengendalian kadar air tanah, apabila kadar air tanah kurang dari 60% maka program akan menjalankan animasi pompa dan akan merubah aliran garis warna merah menjadi warna hijau dan apabila kadar air tanah lebih besar dari 60% maka program mematikan animasi pompa dan akan merubah aliran animasi garis dari warna hijau kembali ke warna merah.

Selain itu, pengujian program dibutuhkan untuk dapat mengetahui terjadinya *bug* atau *error* serta merepresentasikan spesifikasi, desain dan pengkodean pada program yang telah dirancang. Adapun kombinasi pengujian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Menjalankan animasi kipas, sprayer dan pompa.
2. Menjalankan animasi kipas dan sprayer, tetapi mematikan animasi pompa.
3. Menjalankan animasi kipas dan pompa, tetapi mematikan animasi sprayer.
4. Menjalankan animasi kipas, tetapi mematikan animasi sprayer dan pompa.
5. Mematikan animasi kipas, tetapi menjalankan animasi sprayer dan pompa.
6. Mematikan animasi kipas dan sprayer, tetapi menjalankan animasi pompa.
7. Mematikan animasi kipas dan pompa, tetapi menjalankan animasi sprayer.
8. Mematikan animasi kipas, sprayer dan pompa.

Dari delapan sampel percobaan berdasarkan kombinasi pengujian maka didapatkan hasil program yang dapat berjalan dengan baik dengan tingkat persentase keakuratan 100% yang dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Tingkat Keakuratan Pengujian Program

No	Sampel	Nilai Sistem			Keterangan
		Kipas	Sprayer	Pompa	
1.	Percobaan 1	ON	ON	ON	Sesuai
2.	Percobaan 2	ON	ON	OFF	Sesuai
3.	Percobaan 3	ON	OFF	ON	Sesuai
4.	Percobaan 4	ON	OFF	OFF	Sesuai
5.	Percobaan 5	OFF	ON	ON	Sesuai
6.	Percobaan 6	OFF	OFF	ON	Sesuai
7.	Percobaan 7	OFF	ON	OFF	Sesuai
8.	Percobaan 8	OFF	OFF	OFF	Sesuai
Persentase keakuratan					100%

Pengujian Menggunakan Sistem Logika Fuzzy

Penggunaan metode mamdani memiliki tingkat keakuratan yang tinggi dan memiliki hasil yang mendekati hasil asli sehingga lebih efektif. Adapun pengujian logika fuzzy diproses menggunakan *software* MATLAB R2015. Sistem fuzzy dirancang dengan kebutuhan tanaman kangkung darat (*Ipomoea reptans* P.) yang dibuat sedemikian rupa untuk mengatur suhu, kelembaban udara dan kadar air tanah agar mencapai efektifitas kondisi lingkungan pada *greenhouse*.

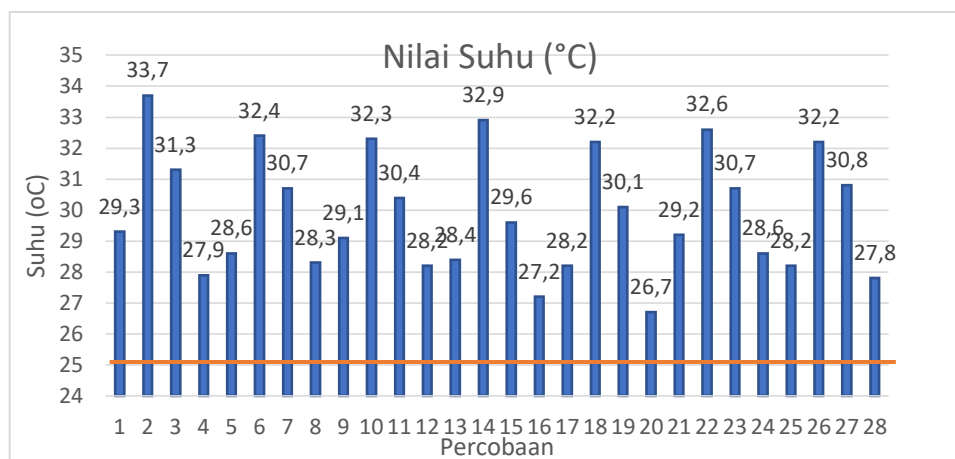
Tabel 8. Hasil pengujian defuzzifikasi dengan MATLAB

Kondisi	Input Sensor			Output		
	Suhu (°C)	Kelembaban Udara (%)	Kadar Air Tanah (%)	Kipas	Sprayer	Pompa
Pagi	29,3	74,8	69	On	Off	Off
Siang	33,7	42,2	59	On	On	On
Sore	31,3	49,5	76	On	On	Off
Malam	27,9	66,6	75	On	Off	Off
Pagi	28,6	75,8	63	On	Off	Off
Siang	32,4	43,7	55	On	On	On
Sore	30,7	40	85	On	On	Off
Malam	28,3	59,3	84	On	On	Off
Pagi	29,1	76,5	69	On	Off	Off
Siang	32,3	44,8	56	On	On	On
Sore	30,4	48,5	85	On	On	Off
Malam	28,2	67,1	84	On	Off	Off
Pagi	28,4	70,6	83	On	Off	Off
Siang	32,9	57,9	79	On	On	Off
Sore	29,6	59,8	77	On	On	Off
Malam	27,2	68,1	76	On	Off	Off
Pagi	28,2	78,8	84	On	Off	Off
Siang	33,2	43,4	59	On	On	On
Sore	31,1	69,7	81	On	Off	Off
Malam	26,7	80	84	On	Off	Off
Pagi	29,2	72,6	73	On	Off	Off

Siang	32,6	44,7	71	On	On	Off
Sore	30,7	43,1	70	On	On	Off
Malam	28,6	52,4	67	On	On	Off
Pagi	28,2	81,6	75	On	Off	Off
Siang	32,2	41,2	74	On	On	Off
Sore	30,8	54,3	72	On	On	Off
Malam	27,8	75,4	71	On	Off	Off
Rata-rata	29,9	60,1	74,5			

Tabel 8. memperlihatkan hasil pengujian defuzzifikasi pada sistem logika *fuzzy* dengan menggunakan MATLAB dan didapatkan hasil perolehan data dari beberapa hasil pengujian yang mengacu pada *fuzzy rules*. Pengujian dilakukan sebanyak dua puluh delapan kali percobaan dengan kondisi waktu yang ditentukan yaitu pagi, siang, sore dan malam selama tujuh hari. Data input pada pengujian program ini menggunakan data yang didapat dari jurnal-jurnal yang bersangkutan. Selanjutnya dapat digunakan data yang telah dimodifikasi yang sesuai dengan tujuan penelitian dan kemudian digunakan aplikasi MATLAB 2015 untuk melakukan defuzzifikasi. Pengujian dilakukan pada 3 variabel pengendalian yaitu pengendalian suhu, kadar air, dan kelembaban.

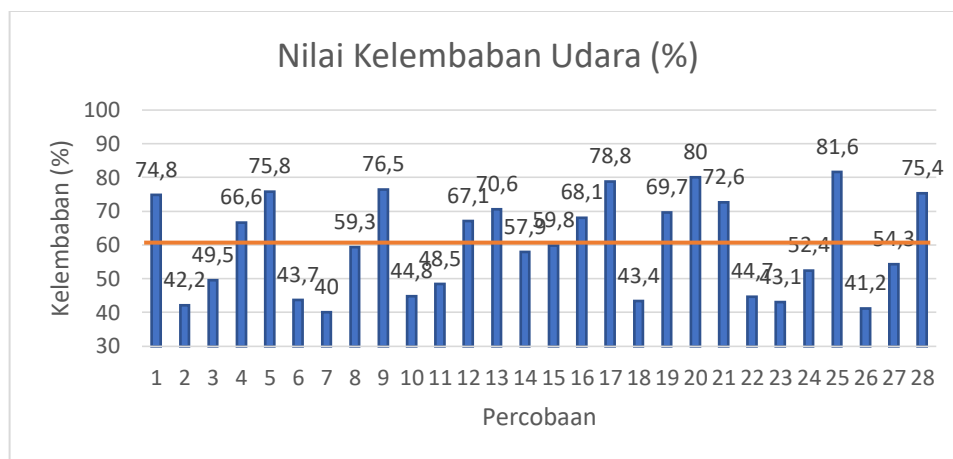
Pengendalian kondisi suhu dilakukan dalam dua puluh delapan kali percobaan dalam kondisi waktu yang telah ditentukan. Pada percobaan tersebut didapatkan nilai suhu terendah dengan nilai 26,7°C dan suhu tertinggi dengan nilai sebesar 33,7°C. Dari Tabel 12 dapat dilihat bahwa suhu yang diterima oleh *greenhouse* pada pagi hari akan meningkat saat kondisi pada siang hari kemudian suhu menjadi turun ketika pada kondisi sore dan malam hari. Dari hasil pengendalian tersebut didapatkan nilai rata-rata pengendalian suhu senilai 29,9°C. Kondisi tersebut menjadikan kipas terus menyala (*On*) hingga dapat mengendalikan suhu lingkungan menjadi optimal dalam pengendalian tanaman kangkung darat dapat dilihat pada Gambar 4.



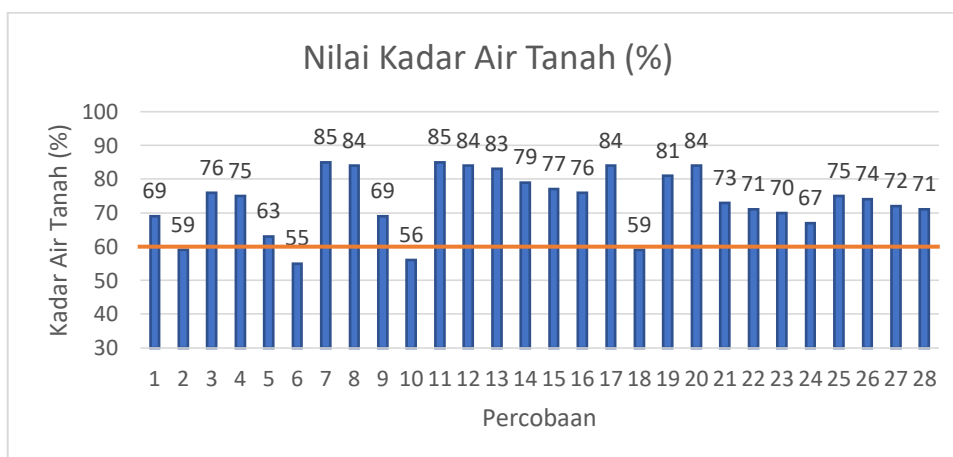
Gambar 4. Grafik Nilai Pengendalian Suhu

Pengendalian kelembaban udara dilakukan dengan penyemprotan uap-uap air melalui *sprayer*. Penyiraman dilakukan saat kelembaban udara bernilai lebih rendah dari nilai *setpoint* dan menghentikan penyiraman saat kelembaban udara berada di atas batas atau bernilai $\geq 60\%$. Pada percobaan tersebut didapatkan nilai kelembaban terendah

sebesar 40% dan kelembaban udara tertinggi sebesar 81,6%. Kelembaban udara akan bernilai tinggi saat pagi hari hingga kemudian turun pada kondisi siang dan sore hari dan akan meningkat kembali pada malam hari. Hal tersebut dikarenakan semakin tinggi suhu maka kelembaban semakin rendah. Nilai rata-rata yang didapatkan dari pengendalian kelembaban udara adalah senilai 60,1%. *Sprayer* selalu menyala (*On*) pada kondisi siang hari dikarenakan suhu mencapai nilai maksimum pada kondisi tersebut sehingga kelembaban mengalami penurunan (turun). Penyemprotan uap air akan berhenti ketika nilai kelembaban udara meningkat atau telah kembali menuju nilai optimum untuk pertumbuhan tanaman kangkung darat yaitu $\geq 60\%$. Dapat disimpulkan bahwa kelembaban udara akan meningkat ketika suhu mulai turun seperti pada keadaan sore, malam dan menuju pagi hari.



Gambar 5. Nilai Pengendalian Kelembaban Udara



Gambar 6. Nilai Pengendalian Kadar Air Tanah

Kadar air tanah sangat berpengaruh pada pertumbuhan tanaman kangkung darat. Kadar air tanah dikendalikan dengan menggunakan pompa yang langsung mengalirkan air ke permukaan tanah pada pertumbuhan tanaman kangkung darat (Iskandar, 2019). Pada percobaan pengendalian kadar air tanah didapatkan nilai kondisi terendah sebesar 55% dan percobaan pengendalian tertinggi dengan nilai 85% dan nilai rata-rata dari seluruh percobaan dengan nilai sebesar 74,5%. Pompa sangat jarang menyala (*On*) dikarenakan

pada kadar air tanah terukur selalu mendapatkan nilai yang optimal yaitu $\geq 60\%$. Proses penyiraman yang dilakukan pompa terjadi pada siang hari ketika kondisi suhu mulai meningkat dan kadar air tanah mulai menurun. Ketika kadar air tanah sudah bernilai dibawah ambang batas maka pompa akan menyala untuk mengalirkan air pada permukaan tanah dan akan berhenti mengalirkan air saat kondisi kadar air tanah sudah optimal.

Hasil Pengujian Perangkat Lunak (*Software*)

Perangkat lunak (*software*) pengendali kondisi lingkungan *greenhouse* pada tanaman kangkung darat (*Ipomoea reptans* P.) ini dirancang menggunakan Visual Basic 6.0 yang telah diprogram untuk menstimulasikan kondisi suhu, kelembaban udara dan kadar air tanah yang berada pada rumah kaca (*greenhouse*) secara visual. *Software* ini dapat berjalan dengan baik sesuai dengan *set point* suhu, kelembaban udara dan kadar air tanah yang telah ditentukan, yaitu suhu pada nilai 25°C , kelembaban udara pada 60% dan kadar air tanah pada 60% . *Set point* tersebut dipilih karena tanaman kangkung darat dapat tumbuh dengan baik dan optimal ketika suhu berada pada kondisi $25-30^{\circ}\text{C}$ dengan kelembaban udara yang relatif dengan nilai 60% dan kadar air tanah yang optimum berada pada kondisi 60% . Hal ini merujuk kepada pernyataan (Adilayahya, 2016) bahwasannya kangkung darat membutuhkan penyinaran matahari yang cukup, suhu yang optimal, kelembaban udara yang relatif serta kelembaban tanah yang tidak terlalu tinggi.

KESIMPULAN DAN SARAN

Perangkat lunak (*software*) pengendalian kondisi lingkungan *greenhouse* untuk pertumbuhan tanaman kangkung darat dapat berjalan dengan baik sesuai fungsinya dengan persentase keakuratan sebesar 100% . Perangkat lunak (*software*) dapat mengontrol suhu, kelembaban udara dan kadar air tanah serta mampu melakukan aksi kombinasi pengendalian sesuai dengan algoritma yang dibuat dengan baik. Pengontrolan program dibuat dengan pengendalian suhu optimal dengan nilai 25°C , kelembaban udara senilai 60% dan kadar air tanah sebesar 60% yang sesuai dengan kebutuhan ruang tumbuh kangkung darat.

DAFTAR PUSTAKA

- Adilayahya, M.N. 2016. Sistem *Greenhouse* Tanaman Kangkung (*Ipomoea aquatica*). Tugas Akhir. Program Studi Teknologi dan Informatika. Institut Bisnis dan Informatika STIKOM Surabaya. Surabaya.
- Iskandar, M.R. 2019. Alat Penyiram Otomatis Berbasis *Internet Of Things* (IoT) Menggunakan Aplikasi *Virtuino* Pada Kangkung Darat (*Ipomoea reptans* P.). Skripsi. Program Studi Teknik Pertanian USK. Banda Aceh.
- Masita, B. D. 2007. Visualisasi Pengendalian Kadar Air Media Tumbuh Jamur Dengan *Visual Basic* 6.0. Skripsi. Departemen Teknik Pertanian IPB. Bogor.
- Suratman, P.D., dan Setyawan A.D. 2000. Analisis Keragaman Genus *Ipomoea* Berdasarkan Karakter Morfologi. *Biodiversitas* 1:72-79.