

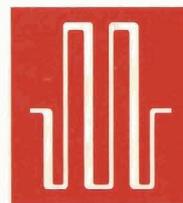
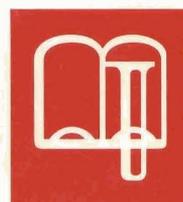
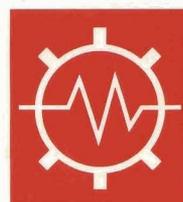
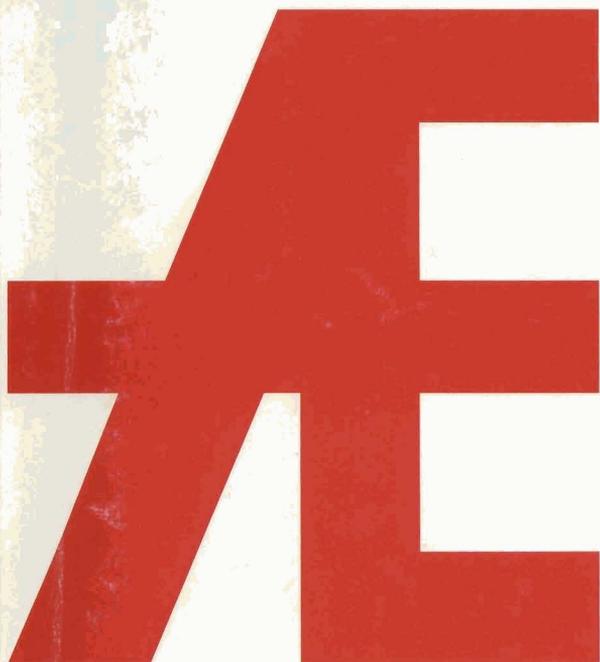
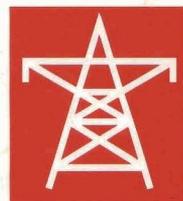
Jurnal

KETEKNIKAN PERTANIAN

ISSN 0216-3365

Terakreditasi "A"
SK No. 395/DIKTI/Kep/2000

VOL. 19, No. 2
AGUSTUS 2005



Perhimpunan Teknik Pertanian Indonesia
Indonesian Society of Agricultural Engineering

SIMULASI PENGENDALIAN KADAR AIR MEDIUM TUMBUH JAMUR DENGAN LOGIKA FUZZY

Simulation of Water Content Control in Mushroom Growing Media Using Fuzzy Logics

M. Yamin¹ dan Mustika G.S²
Departemen Teknik Pertanian, Fateta-IPB

Abstract

Research on temperature control for mushroom has been done using fuzzy logics. The side effect of reducing temperature is the decrease in relative humidity inside the growing room, so that the bag log (mushroom growing media) becomes drier and reduces water content below optimum value. The water content of the mushroom growing media should be maintained at the optimum value of between 65 and 70 percent. The objective of this research is to know the variation of water content. Measurement of water content was done at two conditions. First, the bag log was submerged into water and second, the bag log was not. The measurement was done at temperature of 17°C. The water content was raised from 34.9 percent to 65.4 percent in six hours. The time needed for lowering water content from 85 % to 65 % was 12 hours. The data of resulted from raising and lowering of water content were used for designing simulation for controlling water content using Fuzzy Logic Controller. The fluctuation of water content was between 65 and 68 percent with error values of between 1.6 and 2.6 percent. The variation of the water content resulted was still within the optimum requirement.

Keywords: Mushroom, Water content, Simulation, Fuzzy Logic Controller

PENDAHULUAN

Salah satu produk hortikultura yang berpeluang untuk ditumbuhkembangkan adalah produk jamur kayu untuk konsumsi. Terdapat beberapa jenis jamur kayu yang dibudidayakan, yaitu Jamur Tiram (*Pleurotus ostreatus*), Jamur Abalone (*Pleurotus abalonus*), Jamur Kuping (*Auricularia polytricha*) dan Lingzhi (*Ganoderma lucidum*). Jamur tiram merupakan jamur kayu yang memiliki

citarasa dan tekstur yang spesifik, juga mengandung asam amino yang cukup lengkap. Tubuh buah jamur tiram mengandung protein 30.4%, lemak 2.2%, karbohidrat 57.6%, serta sisanya adalah serat dan abu. kandungan vitaminnya meliputi thiamin, riboflavin dan niasin (Buswell dan Chang, 1993).

Pada umumnya petani membudidayakan jamur dalam rumah tanaman yang dirancang sederhana dengan tujuan menciptakan suhu

¹ Staf Pengajar Departemen Teknik Pertanian, Fateta-IPB, Bogor. E-mail : madyamin@yahoo.com

² Alumni Departemen Teknik Pertanian, Fateta-IPB. E-mail : ika-cupix@yahoo.com

Tabel 1. Kandungan protein dan karbohidrat jamur tiram dan jamur kuping (Crisan dan Sand, 1978)

| Jenis makanan | Protein (%) | Karbohidrat (%) |
|---------------|-------------|-----------------|
| Jamur Tiram | 30.4 | 57.6 |
| Jamur Kuping | 7.7 | 73.6 |

lingkungan yang sesuai dengan pertumbuhan jamur dan mempertimbangkan faktor cuaca dalam menentukan awal tanam.

Untuk menghindari ketergantungan pada kondisi cuaca, diperlukan ruang tumbuh dengan pengendalian suhu selama masa budidaya. Budidaya jamur dengan pengendalian suhu memperlihatkan adanya peningkatan produksi. Berdasarkan penelitian Daryani (1999), produksi jamur kuping mengalami peningkatan sebesar 1.5 kali lipat pada suhu 21°C dengan penampilan yang lebih bersih. Namun demikian pengendalian suhu pada nilai optimum mengakibatkan adanya penurunan kelembaban udara yang terlalu cepat sehingga permukaan *bag log* cepat kering. Jika hal ini dibiarkan terlalu lama kadar air medium tumbuh jamur akan cepat turun dibawah batas toleransinya. Di sini diperlukan suatu sistem yang dapat menjaga kadar air medium tumbuh berada pada batas optimumnya meskipun terjadi penurunan suhu sampai mencapai suhu optimum.

Lokasi ideal jamur yaitu 800 m dpl dan RH 60-90 %. Walaupun kebanyakan jamur kuping dan tiram dapat tumbuh dengan baik pada kisaran suhu 25-30°C. kondisi pertumbuhan optimum dicapai pada kisaran suhu 16-22°C (Daryani, 1999). Bahan baku yang digunakan sebagai media dalam budidaya jamur tiram putih dapat berupa batang kayu

yang sudah kering, jerami, serbuk gergaji, campuran serbuk gergaji dan jerami, ataupun alang-alang. Jamur tiram termasuk organisme heterotrofik, yaitu organisme yang tidak dapat mencukupi kebutuhannya sendiri, sehingga perlu ditambahkan bahan-bahan tambahan seperti bekatul sebagai sumber karbohidrat, lemak, dan protein; kapur sebagai sumber mineral dan sebagai bahan untuk mengokohkan media (Cahyana, 1997).

Untuk menghasilkan jamur dengan kualitas yang baik, maka kadar air dan pH media tumbuh jamur harus diatur. Menurut Vilela dan Silverio dalam Daryani (1999) kadar air pada substrat serbuk gergaji untuk pertumbuhan Jamur kuping adalah 65-70%. Tingkat keasaman media tumbuh berpengaruh terhadap pertumbuhan jamur tiram. pH media perlu diatur antara pH 6-7 dengan menggunakan kapur. Pertumbuhan jamur akan terhambat apabila pH media terlalu tinggi atau terlalu rendah, bahkan akan memungkinkan tumbuhnya jamur lain yang akan mengganggu pertumbuhan Jamur tiram tersebut.

Berdasarkan penelitian Daryani (1999), berat rata-rata panen tertinggi tercapai pada suhu 17°C yaitu 106 gram per *bag log* untuk jamur kuping dan 97,76 gram per *bag log* untuk jamur tiram.

Miselia akan tumbuh optimal pada kisaran suhu 24-25°C, pertumbuhannya menjadi lambat pada suhu dibawah 5°C dan tidak ada pertumbuhan sama sekali pada suhu diatas 35 – 40°C (Kinugawa, 1993).

Kelembaban relatif udara yang diperlukan untuk pembentukan tubuh buah adalah 80-85 % (young dan Leong; 1983 dalam Daryani 1999).

Oksigen dan karbondioksida merupakan bagian dari udara yang sangat penting bagi pertumbuhan jamur, miselia tumbuh pada konsentrasi 0.1 sampai 0.5 % CO₂ (San Antonio dan Thomas; 1972 dalam Miles, 1993).

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mempelajari teori dan sistem fuzzy untuk aplikasi pengendalian kadar air bag log
2. Mensimulasikan perubahan kadar air medium tumbuh jamur dengan kendali logika fuzzy.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilakukan di Bagian Ergonomika dan Elektronika Pertanian, Departemen Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, dari bulan Oktober 2002 sampai bulan Februari 2003. Bahan yang digunakan adalah jamur tiram (*Pleurotus ostreatus*) yang telah tumbuh miseliumnya, dengan diameter 11 cm dan tinggi 15 cm. *Bag log* diperoleh dari petani jamur tiram putih di Ciapus, Bogor. Air digunakan sebagai perendam *Bag log* jamur. Ketinggian perendaman air dijadikan parameter pengukuran. Digunakan lima ketinggian air yang berbeda yaitu 0.3cm, 0.6cm, 0.9cm, 1.2cm, 1.5cm. Alat yang digunakan adalah lemari pendingin, Amperemeter sensor, *gypsum block*, termometer. Suhu lemari pendingin di atur pada suhu 17°C, disesuaikan dengan kondisi optimum pertumbuhan jamur. Ammeter berfungsi untuk mengukur kadar air medium tumbuh jamur, berupa rangkaian

elektronik analog yang memanfaatkan perubahan resistansi air. *Gypsum block*, bagian berpori yang terdiri dari sepasang elektroda dengan diameter elektroda 1mm. digunakan untuk mengukur perubahan resistansi, berdiameter 1.5cm dan tinggi 1.5 cm. Termometer digunakan untuk mengukur suhu bola basah dan suhu bola kering sehingga kelembaban ruangan dapat dikontrol. Kotak kaca berukuran (20x20x10) cm³ berfungsi untuk menyimpan *Bag log* jamur yang akan di ukur kadar air medium tumbuh jamurnya. *Personal Computer* digunakan untuk membuat program simulasi dengan bahasa pemrograman Turbo C++. Selanjutnya mengikuti prosedur yang telah dilakukan oleh Satyanto (Satyanto,1995), Krisandi (Krisandi,1999), Prasetyorini (Prasetyorini,2001), Setiawan.B.I (Setiawan, et al 2002).

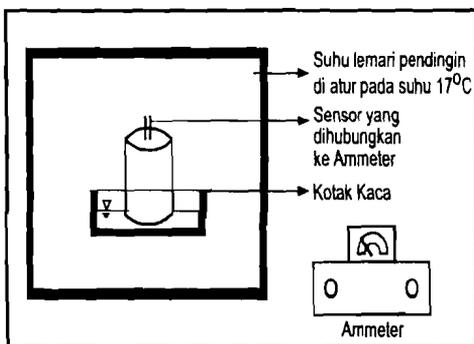
Nilai arus yang dihasilkan Ammeter dibandingkan dengan pengukuran kadar air dengan menggunakan metode gravimetrik. Contoh medium tumbuh jamur dikeringkan dalam oven pada suhu 103°C selama 72 jam, berdasarkan pengukuran kadar air untuk jagung (Henderson, et al.,1976). Kadar air dihitung berdasarkan persen berat dengan menggunakan rumus berikut

$$\theta = [1 - \frac{\text{Berat bag log kering}}{\text{Berat bag log basah}}] \times 100\%$$

Nilai kadar air yang dihasilkan Ammeter mempunyai satuan μA dan dikonversikan dalam persen berat basis basah.

Pengukuran dilakukan terhadap perubahan kadar air dalam medium tumbuh jamur yang direndam dan yang tidak direndam dalam air. Keduanya dilakukan pada suhu 17°C.

Perendaman dilakukan pada lima ketinggian air yang berbeda, masing-masing 0.3 cm, 0.6 cm, 0.9 cm, 1.2 cm dan 1.5 cm. Dari masing-masing ketinggian tersebut didapat hubungan antara ketinggian air perendam dan kadar



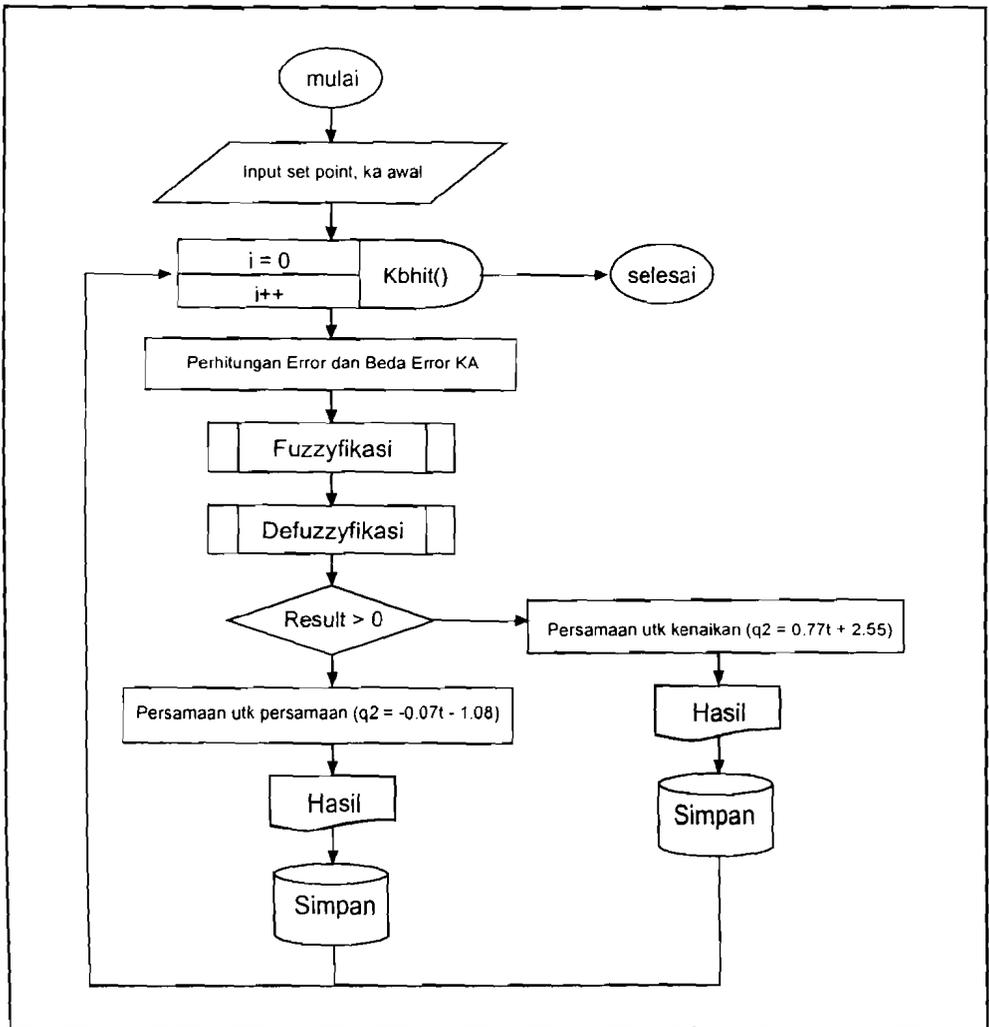
Gambar 1. Gambaran skematis pengukuran kadar air medium tumbuh jamur

air medium tumbuh jamur. Berdasarkan kecepatan pencapaian kadar air optimum medium tumbuh jamur (65% bb), dapat ditentukan tinggi air perendam yang akan digunakan dalam sistem pengendalian. Pengukuran dilakukan dalam selang waktu satu jam selama sembilan jam. Hubungan perubahan kadar air terhadap waktu akan digunakan dalam program simulasi.

Pengamatan kadar air pada medium tumbuh jamur yang tidak direndam air dimaksudkan untuk mendapatkan hubungan perubahan kadar air terhadap waktu ketika medium tumbuh jamur

mengalami penurunan kadar air dan akan digunakan dalam program simulasi. Pengamatan kadar air pada medium tumbuh jamur yang direndam air dimaksudkan untuk mendapatkan hubungan perubahan kadar air terhadap waktu ketika medium tumbuh jamur mengalami kenaikan kadar air.

Program komputer dibuat dengan menggunakan *Software Turbo C++*, untuk mensimulasikan perubahan kadar air medium tumbuh jamur dengan kendali Fuzzy. Bagan alir dapat dilihat pada Gambar 2

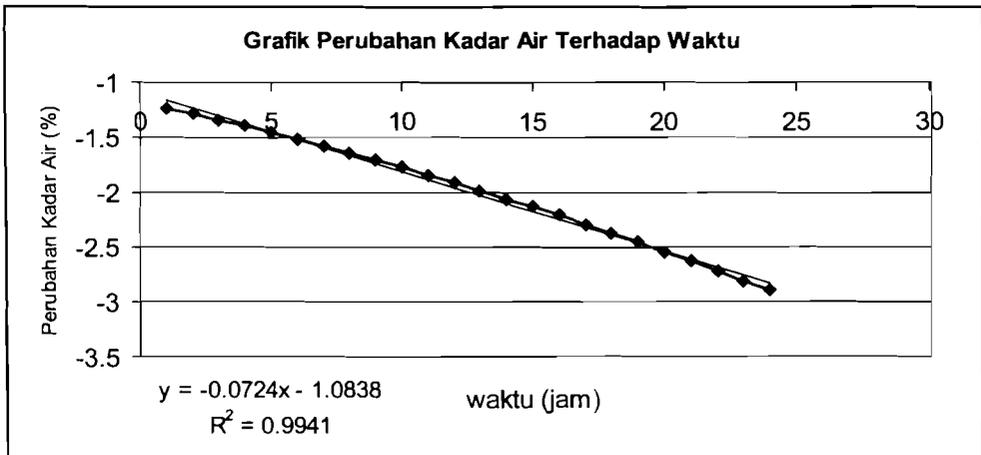


Gambar 2. Bagan alir program simulasi dengan Fuzzy Logics Controller

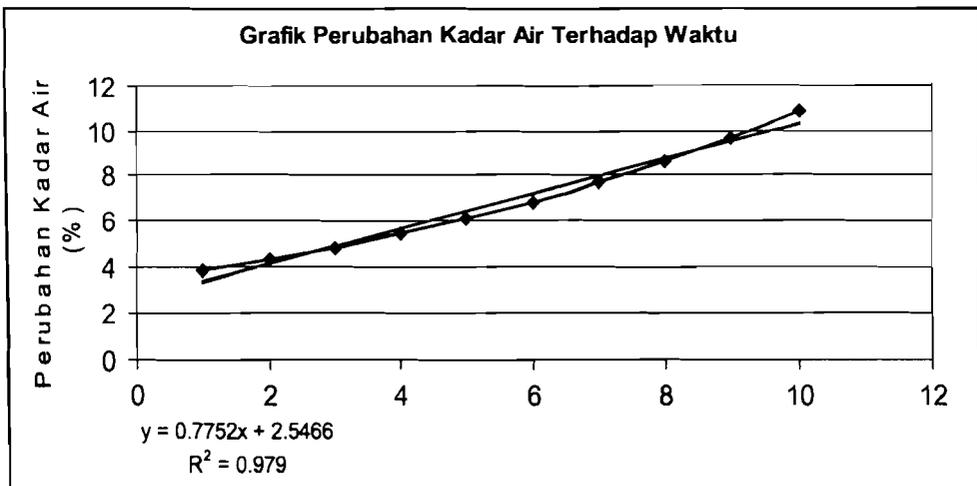
HASIL DAN PEMBAHASAN

Terlihat pada gambar 3, hubungan antara arus terukur (uA) dengan kadar air (%) umumnya linier dengan koefisien determinasi untuk semua sensor sebesar 0.9. Kelinieran ini memperlihatkan kestabilan pembacaan sensor terhadap kadar air *bag log* jamur. Ketidakstabilan pengukuran sensor akan mempengaruhi besarnya nilai kadar air yang dikonversikan. Pengukuran kadar air baru akan terbaca oleh sensor *gypsum* setelah satu jam. Terdapat perbedaan perubahan kadar air pada masing-masing *Bag log* dengan tinggi air perendam berbeda.

Semua *Bag log* mencapai kadar air optimum tetapi dalam waktu yang berbeda. Kadar air awal masing-masing *Bag Log* berbeda. Berdasarkan kecepatan pencapaian kadar air optimum, terlihat bahwa ketinggian air 1.2 cm merupakan tinggi air perendam pada *bag log* yang mencapai kadar air optimum. Oleh karena itu tinggi air perendam ini digunakan dalam simulasi pengendalian kadar air pada *Bag log* jamur. Dalam simulasi pengendalian kadar air diperlukan dua persamaan yaitu persamaan penurunan dan kenaikan kadar air, sebagai input data kadar air. Persamaan garis sebagai input simulasi



Gambar 3. Perubahan kadar air pada penurunan kadar air



Gambar 4 Perubahan kadar air pada kenaikan kadar air

adalah :

$$\theta_1 = -0.0724 t - 1.0838 \dots\dots\dots 1)$$

$$\theta_2 = 0.7752 t + 2.5466 \dots\dots\dots 2)$$

Dimana:

- θ_1 : Perubahan kadar air pada penurunan kadar air
- θ_2 : Perubahan kadar air pada kenaikan kadar air
- t : Waktu (jam)

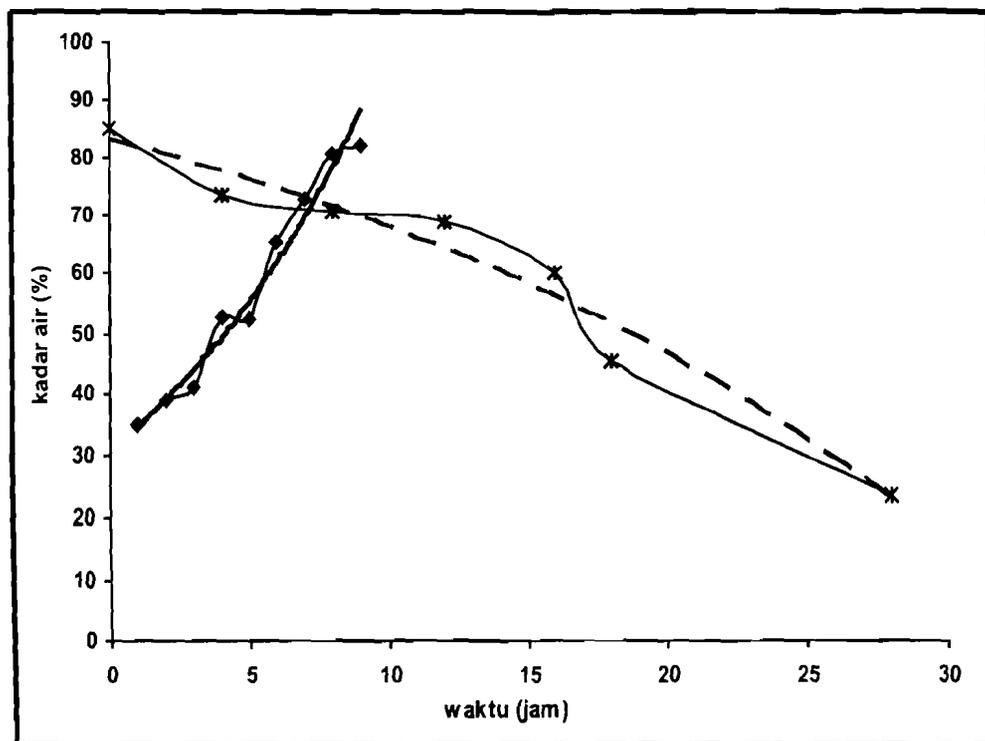
Gambar 5 memperlihatkan waktu yang dibutuhkan untuk menaikkan kadar air ke kadar air optimum tidak sama dengan waktu yang dibutuhkan untuk menurunkan kembali kadar air. Dibutuhkan waktu enam jam untuk menaikkan kadar air dari 34,93% menjadi 65,39% dan dibutuhkan waktu lebih dari dua belas jam untuk menurunkan kadar air dari 85,18% menjadi 65%. Hal ini memperlihatkan bahwa medium tumbuh jamur cepat menyerap air tetapi

membutuhkan waktu lama untuk menguapkan air.

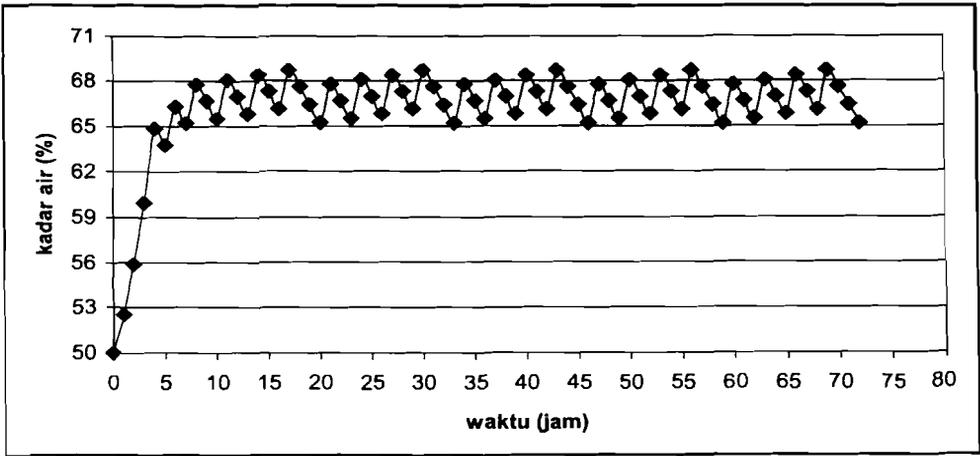
SIMULASI PENGENDALIAN KADAR AIR

Pada enam jam pertama, kadar air *bag log* mengalami peningkatan dari 50 % menjadi 66 % kemudian mengalami penurunan pada jam ke tujuh sampai 65.21% seperti terlihat pada Gambar 4. Pada enam jam pertama ini *bag log* dalam keadaan terendam air dengan tinggi air 1.2 cm sedangkan pada jam ke tujuh *bag log* tidak lagi terendam air. Kadar air berfluktuasi diantara 65 % sampai 68 % . Fluktuasi kadar air tersebut diakibatkan oleh penambahan dan pengurangan air pada *bag log*.

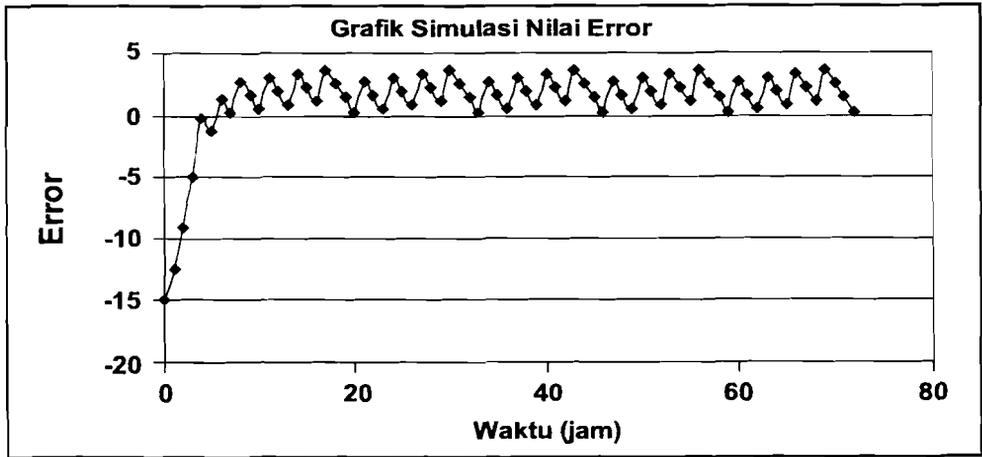
Error terbesar terjadi pada saat t = 0 jam, yaitu -15 dimana proses pengendalian baru dimulai. Setelah jam ke enam terjadi perubahan error



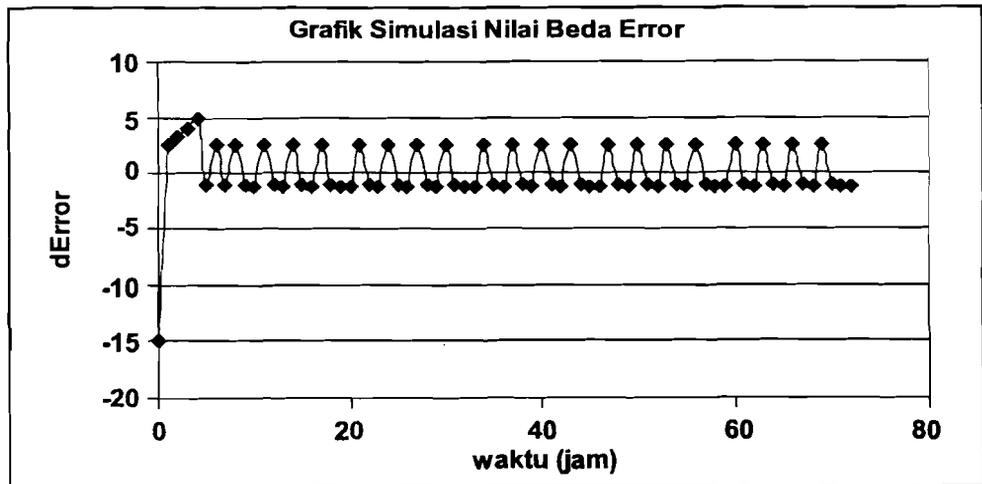
Gambar 5. Grafik Penurunan dan Peningkatan Kadar Air Terhadap Waktu



Gambar 6. Grafik Simulasi Pengendalian Kadar Air



Gambar 7. Grafik Simulasi Nilai Error



Gambar 8. Grafik Simulasi Nilai Beda Error

mendekati nol. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 5. Nilai error yang dihasilkan tidak pernah mencapai nilai nol, berfluktuasi antara nilai 0.1 dan 3.7 dengan nilai error terkecil adalah 0.20 pada saat $t = 59$ jam dan nilai error terbesar adalah 3.67 pada saat $t = 43$ jam.. Fluktuasi kadar air aktual yang dihasilkan masih bisa berada pada selang 65-70 % Seperti halnya nilai Error, nilai Beda Error terbesar terjadi pada saat $t = 0$ jam, yaitu -15 . Setelah itu ia mengalami peningkatan sampai saat $t = 4$ jam, mencapai nilai 4.87.. Selanjutnya nilai beda error berfluktuasi diantara nilai -1.6 dan 2.6 , tetapi tidak pernah mencapai nilai 0 hal ini menunjukkan bahwa kadar air aktual tidak pernah mencapai kadar air set point. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 6.

KESIMPULAN

Hasil Pengendalian menghasilkan fluktuasi kadar air antara 65% sampai 68%, dengan nilai error antara 0.1 dan 3.7 dan beda error antara -1.6 dan 2.6 . Perubahan kadar air selama simulasi masih berada pada kadar air untuk pertumbuhan optimum. Sedangkan medium tumbuh jamur yang tidak dikendalikan, kadar airnya cenderung terus menurun. Dengan demikian adanya pengendalian, kadar air medium tumbuh dapat dipertahankan pada kadar air pertumbuhan optimum.

DAFTAR PUSTAKA

Cahyana, Muchroddi, M. Bakrun. 1997. Pembibitan, Pembudidayaan, Analisis Usaha Jamur Tiram. Penebar Swadaya, Jakarta.
Chang.S.T, JHON A. Buswell, Philip.G. Miles and Gordon 1993, genetocs and breeding of edible Mushrooms, breac Science Publishers, USA America.

Crisan, E.V and A.Sand, 1978, Nutritional value p.137-167 in S.T Chang and W.A hays (ed) the biology and cultivation of edible mushroom. Academic Press, New York
Daryani, S. 1999. Pertumbuhan Jamur Kuping Dan Jamur Tiram Dalam Rumah Tanaman Dengan Suhu Terkendali. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor.
Henderson, S. M and R. L. Perry. 1976. Agricultural Process Engineering. The AVI Pub.Co., Inc., Westport, Connecticut.
Kinugawa, K. 1993. Physiology And The Breeding Of Flammulina Velutipes, In:Chang, S.T, J.A. Buswell, P.G. Miles. Genetics And Breeding Of Edible Mushroom. Gordon And Breach Science Publishers., Amsterdam, Netherland.
Krisandi, W. 1999. Pengendalian Suhu Pada Rumah Tanaman Jamur Dengan Sistem Kendali Fuzzy. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor.
Miles, P.G. 1993. Biological Background For Mushroom Breeding, In:Chang, S.T, J.A. Buswell, P.G. Miles. Genetics And Breeding Of Edible Mushroom. Gordon And Breach Science Publishers., Amsterdam, Netherland.
Prasetyorini. 2001. Rancangan Pengendalian Suhu Ruang Tumbuh Jamur. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor.
Setiawan, B.I., Mad Yamin, Krissandi Wijaya. 2002. Kendali Suhu dengan Logika Fuzzy pada Rumah Tanaman. Prosiding Seminar Nasional Teknik Pertanian, Bogor, 11-12 Juli 2002. 2:67-71.
Satyanto Krido Saptomo. 1995. Pengaturan Suhu dengan Pengontrol Fuzzy. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor.