

rengginang sekitar 0,4 – 0,6, sedangkan menurut Buckle *et al.* (1987), mikroorganisme tumbuh pada nilai a_w yang tinggi. Bakteri umumnya tumbuh dan berkembang biak dengan baik hanya dalam media dengan nilai a_w tinggi (0,91), khamir membutuhkan nilai a_w lebih rendah (0,87 – 0,91) dan kapang lebih rendah lagi (0,80 – 0,87). Nilai a_w tersebut terjadi pada penelitian dengan menggunakan model Labuza dan pada metode ESS.

Laju reaksi ketengikan juga tidak nampak terjadi pada saat rengginang mengalami hilang kerenyahan. Hal ini disebabkan ketengikan dapat terjadi pada kondisi a_w yang relatif rendah yaitu di bawah 0,2 (Labuza, 1982) sedangkan pada a_w rengginang dari hasil pengamatan pada metode ESS adalah antara 0,4 – 0,6. Lebih lanjut Buckle *et al.* (1987), mengatakan ketengikan terjadi bila komponen citarasa dan bau yang mudah menguap terbentuk sebagai akibat kerusakan oksidatif dari lemak dan minyak tak jenuh. Menurut John (1997), kerusakan oksidatif terjadi karena ikatan tidak jenuh yang terdapat dalam semua lemak dan minyak bereaksi dengan oksigen sehingga lemak atau makanan yang mengandung lemak tidak dapat dimakan. Banyak faktor yang mempengaruhi laju oksidasi diantaranya adalah jumlah oksigen yang ada, derajat ketidakjenuhan lipid, adanya antioksidan, sifat bahan pengemas dan suhu penyimpanan. Komponen-komponen ini menyebabkan bau dan citarasa yang tak diinginkan dalam lemak dan minyak dan produk-produk yang mengandung lemak dan minyak itu.

Pada penelitian menggunakan metode ASS model Labuza penentuan masa kadaluwarsa rengginang mendapat hasil 39 hari. Pada metode ESS hasil yang diperoleh adalah 46 hari. Dari kedua perbandingan tersebut nampak bahwa hasil penelitian pada model Labuza mendekati hasil yang dicapai pada metode ESS. Hasil pendugaan metode Labuza lebih kecil daripada hasil metode ESS sehingga produk rengginang tersebut dapat dikatakan lebih aman untuk dikonsumsi hingga batas kadaluwarsanya. Jadi peramalan masa kadaluwarsa dengan menggunakan metode ASS model Labuza bisa

dijadikan alternative untuk menentukan masa kadaluwarsa produk rengginang. Hal ini tentu memudahkan produsen rengginang karena pendugaan masa kadaluwarsa bisa lebih cepat dan biaya yang digunakan relatif murah.

KESIMPULAN

1. Masa kadaluwarsa produk rengginang yang dikemas menggunakan polyethylene dengan ketebalan 0,03 mm pada kondisi suhu ruang dan kelembaban (RH) 75% memperoleh hasil sebagai berikut :
 - Pada penelitian dengan menggunakan model Labuza, masa kadaluwarsa rengginang adalah 39 hari.
 - Pada penelitian dengan menggunakan metode ESS masa kadaluwarsa rengginang adalah 46 hari.
 - Hasil perbandingan penentuan masa kadaluwarsa model Labuza mendekati masa kadaluwarsa Metode ESS
2. Pada produk rengginang kerusakan yang cepat terjadi adalah kerusakan pada sifat fisiknya yaitu hilangnya kerenyahan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonimus. 2003. <http://www.packindo.org/BeritaKemasan9.pdf>
- Buckle, K.A., R.A. Edwards, G.H. Fleet dan M. Wotton, 1987. Ilmu Pengetahuan Pangan. Penerjemah Hari Purnomo dan Adiono. UI-Press. Jakarta.
- John, M.M. 1997. Kimia Makanan Edisi Kedua. Penerbit ITB. Bandung.
- Labuza, T.P. 1982. Shelf Life Dating of Foods. Foods & Nutr. Press Inc. Westport. Connecticut.
- Palipane K. B dan R.H. Driscoll. 1992. Moisture Sorption Characteristics of in-shell Macadamia Nuts. Journal of Food Engineering, 18, 63–76
- Savitri, I.K.E. 2000. Penentuan Kadaluwarsa Wafer Menggunakan Model Arrhenius dan Model Labuza. Program Pasca Sarjana IPB. Bogor.

$$\left(\frac{dT_r}{dt}\right) = (m_s \cdot C_{p,a} (T_o - T_r) - \sum U_I A_I (T_o - T_r) + Q_{rad} - Q_{ref}) / (m_s \cdot C_{p,s}) \dots\dots\dots(5)$$

$$\left(\frac{dT_r}{dt}\right) = (m_s \cdot C_{p,a} (T_o - T_r) - \sum U_I A_I (T_o - T_r) + Q_{rad}) / (m_s \cdot C_{p,s}) \dots\dots\dots(6)$$

Metode Numerik

Persamaan (5) dan (6) dapat diselesaikan secara numerik dengan syarat $dt < 0.25$ untuk stabilitas program simulasi suhu (Segerland, L.J, (1984)). Persamaan umum dinamika suhu fungsi waktu ditulis :

$$T_s(t) = T_s(t-dt) + K(t) \dots\dots\dots(7)$$

Dengan :

$$K1(t) = (dt / (m_s \cdot C_{p,s})) \cdot (m_s \cdot C_{p,a} (T_o - T_r) - \sum U_I A_I (T_o - T_r) + Q_{rad} - Q_{ref}) \dots\dots\dots(8)$$

Untuk sistem dengan pendinginan dan persamaan (9) untuk sistem tanpa pendinginan.

$$K2(t) = (dt / (m_s \cdot C_{p,s})) \cdot (m_s \cdot C_{p,a} (T_o - T_r) - \sum U_I A_I (T_o - T_r) + Q_{rad}) \dots\dots\dots(9)$$

Metode Pengendalian Suhu

Upaya untuk mempertahankan suhu pada kondisi optimum pertumbuhan pada suhu antara 16 – 21 °C. Pada kondisi suhu terkendali rata-rata diameter tudung dan tangkai 8.9 cm, sedang pada suhu tidak terkendali hanya mencapai 5.8 cm dan 6.2 cm. Hasil panen jamur Kuping dan Tiram pada suhu optimum adalah 424 g dan 391 g per log bag.

Tujuan dari penerapan sistem pengendalian suhu di rumah tanaman jamur untuk mendukung pertumbuhannya agar optimal. Pengendalian dilakukan dengan memasang sensor suhu pada rumah tanaman. Apabila suhu sistem menunjukkan angka lebih tinggi 1 °C dari suhu yang di atur (T_p), maka refrigerator dihidupkan sampai suhu ruangan mencapai 16 °C.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

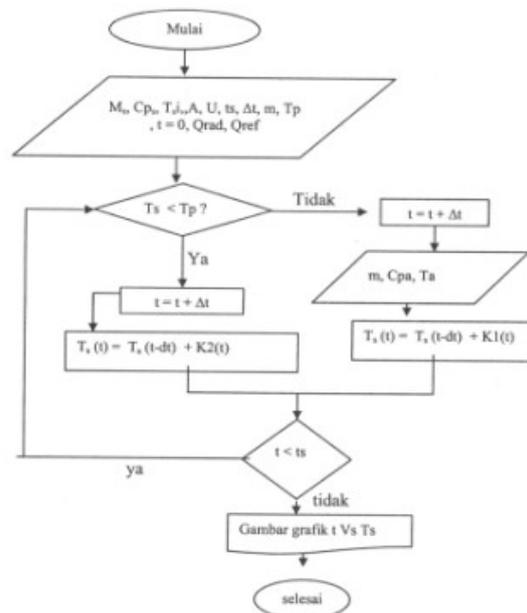
Alat untuk penelitian adalah bangunan panjang 3 m, lebar 2 cm, dan tinggi 3 cm. Dinding terbuat dari fiber tebal 1 mm yang dibingkai dengan multifleksi tebal 9 mm. Atap terbuat dari plastik tebal 0.3 mm. Luas permukaan bangunan total adalah 50 m². Bagian dalam ada rak tanaman dengan luas 5 m². Koefisien pindah panas dinding dan atap keseluruhan 3.72 Watt/m² °C dan koefisien perpindahan panas tanah dan tanaman 3.13 Watt/m² °C. Alat lainnya adalah refrigerator dengan daya 300 Watt, serta thermometer dan sensor suhu.

Metode Penelitian

Udara dari refrigerator dialiran ke sistem dengan kecepatan 10.8 kg/jam apabila suhu didalam sistem lebih besar dari suhu yang diatur (T_p) dan kemudian

refrigerator akan mati secara otomatis jika suhu mencapai 16 °C. Suhu didalam sistem diluar ruangan diukur selama 24 jam dengan interval waktu pengukuran 1 jam menggunakan termometer air raksa. Pengendalian suhu dilakukan pada suhu 22, 19 dan 16 °C

Model Simulasi

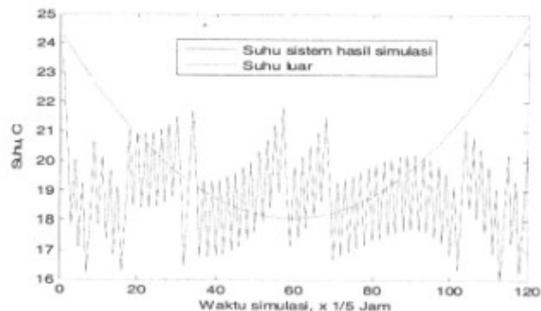


Gambar 2. Diagram alir model simulasi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Suhu Sistem Hasil Simulasi

Suhu sistem hasil simulasi seperti pada gambar 3. Suhu sistem berfluktuasi antara 16 – 22 °C untuk pengaturan suhu pada 19 °C. Sedangkan, suhu di luar sistem berkisar antara 24 – 19 °C. Jam ke 0 berarti pada jam 14.00.



Gambar 3. Suhu sistem hasil simulasi

Suhu di luar diperoleh dari hasil pengukuran, suhu di dalam merupakan hasil simulasi persamaan (1). Pagi hari suhu didalam lebih tinggi dari suhu di luar, sehingga rumah tanaman mampu menyimpan panas

Hasil pengendalian suhu pada tiga titik set point suhu (T_p) terlihat sangat mendekati seperti diperlihatkan pada Tabel 1. Semakin rendah T_p semakin lama pencapaiannya. Penurunan suhu dari titik awal ke T_p mendekati garis lurus. Untuk mencapai T_p 22, 19 dan 16 °C diperlukan waktu 16,8, 26,4 dan 30 menit. Setelah tercapai T_{sp} suhu ruangan stabil dengan osilasi -0.01 °C.

Tabel 1. Kebutuhan energi untuk pendinginan rumah tanaman

Suhu set point (°C)	Energi pendinginan (Watt-jam)	
	Kondisi transient	Kondisi mantap
22	$0.08 t - 0.08$	$0.02 t - 3.72$
19	$0.08 t$	$0.03 t - 34.6$
16	$0.08 t - 0.08$	$0.04 t - 23.7$

Akumulasi kebutuhan energi pendinginan untuk masing-masing T_p berbeda-beda, namun semuanya mengikuti pola linier. Tabel 1 mencerminkan fungsi regresi linier yang menyatakan hubungan antara kebutuhan energi dan waktu untuk setiap T_p pada kondisi transient dan mantap. Koefisien regresi semuanya mendekati satu.

Tabel 2 menunjukkan kinerja dari sistem kendali berdasarkan variasi daya pendinginan. Makin tinggi daya mesin pendingin, diharapkan pencapaian kondisi mantap makin cepat, namun jika terlalu cepat terjadi T_p melewati batas. Dari Tabel 2 daya yang paling baik adalah 300 Watt, dan daya 100 Watt mesin tidak pernah berhasil mendinginkan.

Tabel 2. Kinerja sistem kendali terhadap beberapa variasi daya mesin pendingin

Daya pendingin (Watt)	T_{sp} 16 °C		T_{sp} 19 °C		T_{sp} 22 °C	
	SD	T_r rata-rata	SD	T_r rata-rata	SD	T_r rata-rata
100	1161	19.9	373	20.2	15	22.0
200	0.72	16	0.3	19	0.4	22
300	0.29	16	1.1	19	1.1	22
400	1.46	16	1.5	19	1.5	22
500	1.81	20	1.8	19	1.8	22

KESIMPULAN

Sistem kendali yang dirancang mampu mengendalikan suhu di dalam rumah tanaman jamur. Teknik yang diterapkan adalah mengatur sistem penghidupan mesin pendingin berdasarkan hasil simulasi suhu pada tiga suhu set point. Kinerja mesin pendingin pada daya 300 watt untuk pengendalian suhu T_p 22, 19 dan 16 °C.

DAFTAR PUSTAKA

- Saptoto ED, Setiawan BI, dan Iskandar MA. 1997. Pengaturan suhu rumah tanaman dengan kontrol logika fuzzy. *J. Keteknik Pertanian* 11(1) : 25 – 30
- Segerlind, L.J. 1984. Applied finite element analysis. John Wiley and Sons. New York.
- Setiawan BI, Wijaya DA, dan Nelwan LO. 2001. Simulasi pengendalian suhu dalam rumah tanaman jamur tropika. *J. Keteknik Pertanian* 15(1) : 11 – 16
- Siang, J.J. 2005. Jaringan syaraf tiruan dan pemrogramannya menggunakan matlab. Penerbit Andi. Yogyakarta.
- Suhardiyanto, H. And Takahisa, M. 1994. Uniformity of cool air discharge along a perforated tube for zone cooling in a Greenhouse. *J. Environ. Control in Biol.* Vol 32(1) : 9 – 16