

**KENDALI FUZZY PADA PEMERAMAN PISANG ULI  
( *Musa paradisiaca L* )**

***Fuzzy Control On Artificial Ripening Of Uli Banana***

Sugiyono<sup>1</sup>, Sutrisno<sup>2</sup>, dan Budi I. Setiawan<sup>3</sup>

**ABSTRACT**

*Banana is a potential commodity to gain foreign currency since its export has tended to increase year by year. Postharvest handling of Banana is very important in order to maintain high quality of the products. Artificial ripening is one method applied to control the rate of ripening and in the other side to guarantee the uniformity of quality. Temperature in the ripening chamber plays an important role since it directly influences respiration rate of the products. This research is aimed to apply fuzzy control to regulate the temperature, which is set in order to get better quality of the product. The objective of the fuzzy control is to set the temperature into 4 (four) decreasing steps: 1) 24 °C, 2) 22.5 °C, 3) 21.5 °C and 4) 24 °C each for 24 hours. Respiration rate during these periods are 0.0866 ml CO<sub>2</sub>/kg/h become 0.6054 ml CO<sub>2</sub>/kg/h or 3.1716 ml O<sub>2</sub>/kg/h become 0.7016 ml O<sub>2</sub>/kg/h.*

Keyword: Fuzzy Control, Temperature, Uli Banana, Artificial Ripening

**LATAR BELAKANG**

Pemeraman (*artificial ripening*) untuk buah Pisang semakin mendapat perhatian besar dalam rangka meningkatkan mutu dan keseragaman matangnya sesuai dengan waktu yang dikehendaki. Pemeraman berhubungan erat dengan pengajuan laju respirasi dengan menggunakan gas-gas buatan dan pengaturan suhu ruangan (Kader et.al, 1985, Cahyono,

1995). Pemeraman pada suhu rendah menghasilkan warna yang lebih menarik dibandingkan pada suhu lebih tinggi, dimana warna kuning pada pisang timbul lebih cerah dan lebih menarik (Satuhu, 1995). Pengaturan suhu secara bertahap diperkirakan akan lebih meningkatkan efisiensi pemeraman mengingat laju respirasi biasanya menurun dengan bertambahnya waktu. Di sini, kendali fuzzy diaplikasikan untuk

<sup>1</sup> Alumni FATETA-IPB 1999

<sup>2</sup> Staf FATETA-IPB, PO BOX 220 Bogor 16002

<sup>3</sup> Peneliti CREATA-LP IPB, PO BOX 220 Bogor 16002, E-mail: ergotron@bogor.wasantara.net.id

mengendalikan suhu ruangan pemeraman buah Pisang Uli (*Musa paradisiaca L*) mengikuti pola penurunan suhu secara bertahap. Pada prinsipnya, sistem kendali fuzzy yang digunakan di sini merupakan pengembangan dari (Saptomo, et al., 1995 dan Wijaya et al, 1998).

**PEMERAMAN PISANG ULU**

Gambar 1 memperlihatkan skema pemeraman, dimana Pisang Uli ditempatkan pada satu ruang pendingin 48 cm x 38 cm x 38 cm dengan suhu 20 °C yang diberikan Asetelin. Pemanas listrik 130 Watt ditempatkan di dalam ruangan yang berfungsi untuk menaikkan suhu ruangan.

Dalam penelitian ini pemanas listrik mula-mula dijalankan agar suhu dalam ruangan sebesar 24 °C, kemudian diturunkan menjadi 22.5 °C, 21.5 °C dan 20 °C, masing-masing dipertahankan selama 24 jam. Laju produksi CO<sub>2</sub> dan O<sub>2</sub> diukur masing-masing menggunakan *infrared gas analyzer* dan *Oxygen tester*. Suhu ruangan diukur menggunakan NTC 10 k sistem pembagi tegangan (Saptomo et.al, 1995; Saptoto, 1996). Laju respirasi dihitung berdasarkan data berat dan volume bahan dan perubahan konsentrasi gas asetilen. Hasil-hasil pengukuran tersebut disampaikan ke komputer melalui PCL812. Hasil pembacaan suhu menjadi masukan untuk proses pengendalian suhu, yaitu dengan mengatur daya yang diberikan ke pemanas listrik.

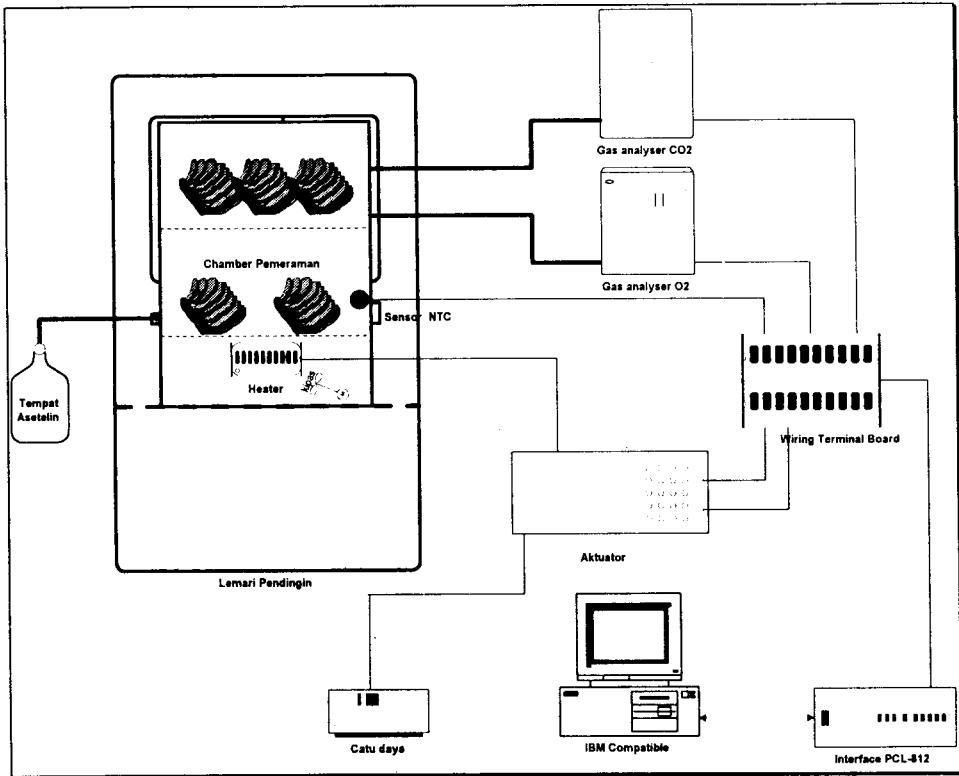
**SISTEM KENDALI FUZZY**

Saptomo et.al. (1995), Saptoto (1996) dan Chadirin et.al. (1998) menggunakan E dan dE masing-masing sebagai *error* dan *beda error*, serta U untuk keputusan. E merupakan selisih antara suhu yang diset dan yang diukur sedangkan dE merupakan selisih suhu pada selang waktu pengamatan (5 menit), dan dU merupakan perubahan daya pemanas. Gambar 2 memperlihatkan fuzzifikasi untuk E dan dE, dimana N, P, B, S, K dan ZO masing-masing label untuk negatif, positif, besar, sedang, kecil dan nol. Tabel 1 merupakan matriks keputusan untuk U dan Gambar 3 kurva segi tiga yang dipakai untuk proses defuzzifikasi yang dihitung dengan metode pembobot (*Weighing method*).

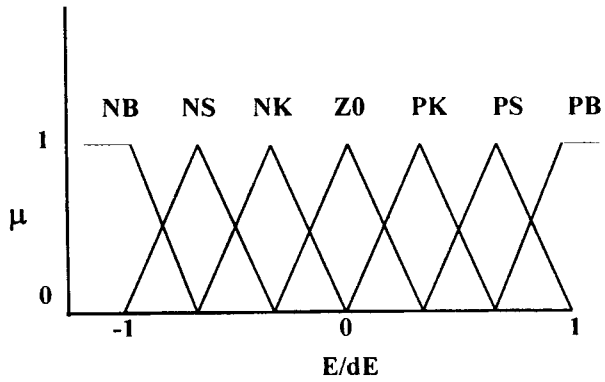
Pengendalian suhu ruang pemeraman dilakukan secara otomatis dengan menggunakan bahasa pemrograman Qbasic versi 4.5. Waktu untuk pembacaan data 5 menit dengan waktu reaksi kendali 2 detik, sedangkan waktu setiap tahapan 24 jam selama 4 hari.

Tabel 1. Matrik Keputusan untuk dU

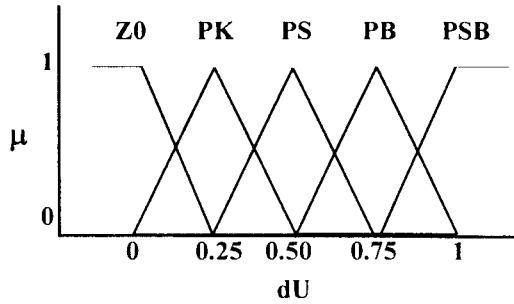
		Beda error (dE)				
			NB	NS	NK	ZO
E r r o r (E)	NB	PSB	PSB	PSB	PB	
	NS	PSB	PSB	PB	PS	
	NK	PSB	PB	PS	PK	
	ZO	PB	PS	PK	ZO	
	PK	PS	PK	ZO	NK	
	PS	PK	ZO	NK	NS	
	PB	ZO	NK	NS	NB	



Gambar 1. Skema pemeraman Pisang Uli



Gambar 2. Kurva Segitiga untuk E dan dE

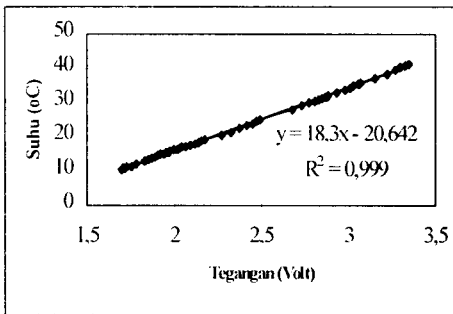


Gambar 3. Kurva Segitiga Fuzzy untuk dU

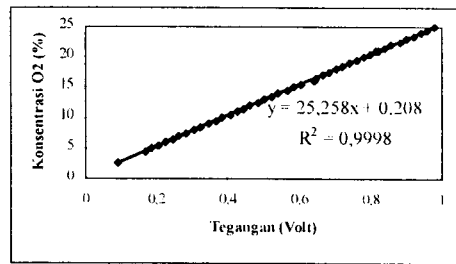
**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Sensor suhu dan pemanas listrik**

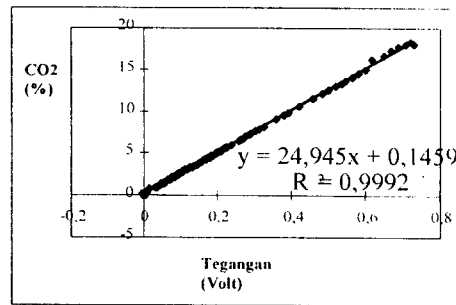
Gambar 4, 5 dan 6 masing-masing memperlihatkan hasil kalibrasi sensor suhu, oksigen dan karbon dioksida. Terlihat ketiga sensor tersebut berhubungan linier dengan tegangan keluarannya. Gambar 7 memperlihatkan hasil pengujian pemberian tegangan pada pemanas listrik yang digunakan.



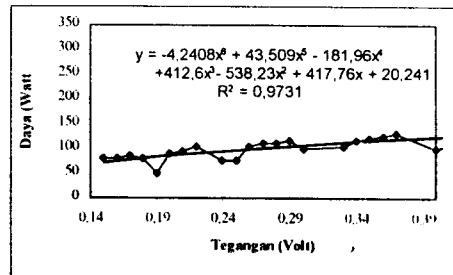
Gambar 4. Kalibrasi sensor suhu



Gambar 5. Kalibrasi sensor O<sub>2</sub>



Gambar 6. Kalibrasi sensor CO<sub>2</sub>



Gambar 7. Kalibrasi daya pemanas

### Suhu ruang pemeraman

Gambar 8 memperlihatkan suhu dalam ruang pemeraman selama 4 x 24 jam. Garis lurus ke arah horizontal menunjukkan suhu yang diinginkan dan garis yang berfluktuasi merupakan suhu ruangan hasil pengukuran. Pada setiap tahap suhu terlihat suhu ruangan berada sekitar suhu yang diinginkan kecuali pada awalnya terjadi lonjatan ke atas karena pada waktu tersebut terjadi mati listrik. Pada tahap akhir terlihat suhu ruangan selalu berada di atas suhu yang diinginkan karena adanya keterbatasan mesin pendinginnya.

### Konsumsi daya dan energi

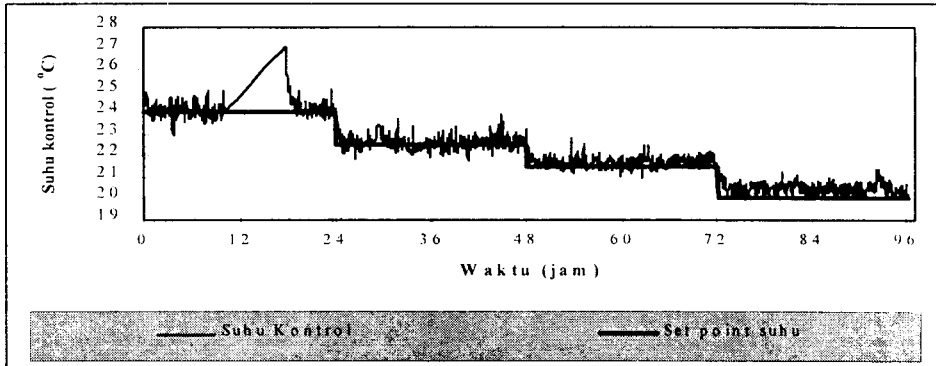
Gambar 9 memperlihatkan fluktuasi daya listrik selama proses pemeraman. Konsumsi daya minimum agar pemanas listrik ini dalam keadaan sipa adalah sekitar 65 Watt. Pada tahap awal daya meningkat mencapai 120 Watt dan seterusnya berfluktuasi tetapi masih tetap tinggi dibandingkan pada thapa-tahap berikutnya. Pada akhirnya konsumsi daya hanya berkisar sebesar 70 Watt dan hampir seragam sampai berakhirnya masa pemeraman.

Gambar 10 memperlihatkan konsumsi energi selama masa pemeraman. Konsumsi energi terlihat menaik proporsional dengan waktu pemeraman dan sempat terpotong

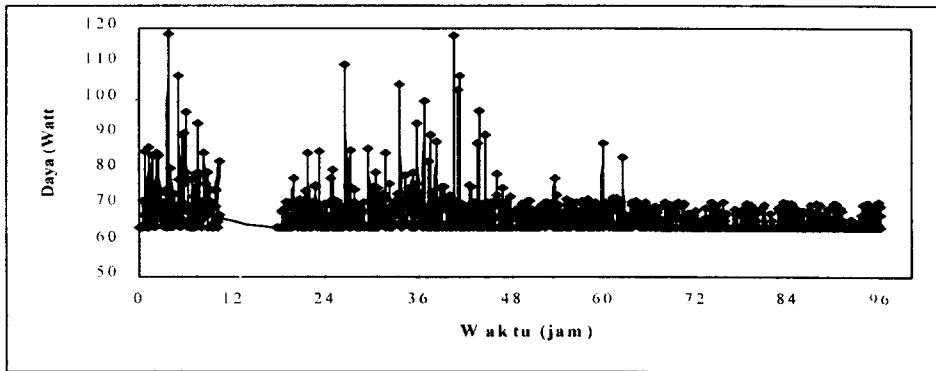
beberapa saat karena gangguan listrik mati. Total energinya adalah sekitar 6 kWh dengan laju konsumsi energi sekitar 230 kJ/menit.

### Respirasi Pisang Uli

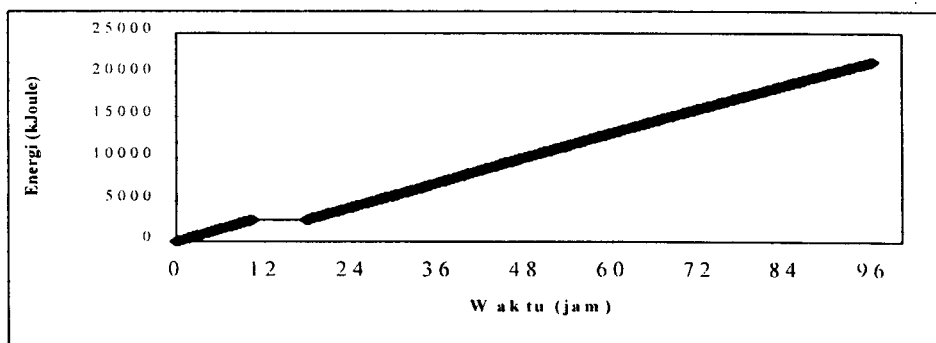
Gambar 11 memperlihatkan laju respirasi (produksi CO<sub>2</sub>) pada setiap tahap pemeraman. Laju respirasi pemeraman pada hari pertama dengan tingkat suhu 24°C adalah 0.0866 ml CO<sub>2</sub>/kg/jam dan 3.1716 ml O<sub>2</sub>/kg/jam. Pada hari kedua dengan suhu 22.5°C diperoleh nilai laju respirasi sebesar 2.4106 ml CO<sub>2</sub>/kg/jam dan 3.4614 ml O<sub>2</sub>/kg/jam. Selanjutnya pada hari ketiga dengan suhu 21.5°C laju respirasinya 1.4314 ml CO<sub>2</sub>/kg/jam dengan 2.0994 ml O<sub>2</sub>/kg/jam. Proses pemeraman hari ke empat dengan suhu terendah 20°C diperoleh laju respirasi 0.6054 ml CO<sub>2</sub>/kg/jam dan 0.7016 ml O<sub>2</sub>/kg/jam. Laju respirasi terlihat semakin mengecil dengan penurunan suhu yang memperlihatkan pola respirasi buah klimaterik. Dengan kondisi kelembaban rata-rata 96% dan penambahan karbit 10.64 gram atau 27 ppm ini, Pisang Uli mengalami susut bobot 4.74% dengan kandungan gula 23.7 °Brix pada indek warna IV yaitu warna kuning lebih banyak dari warna hijau.



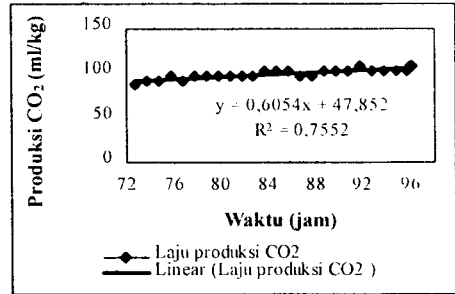
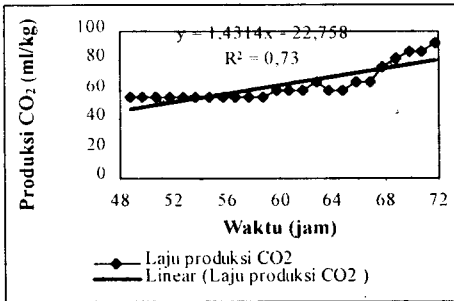
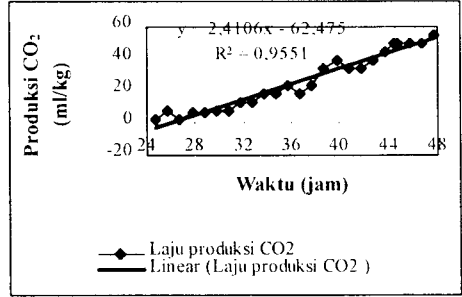
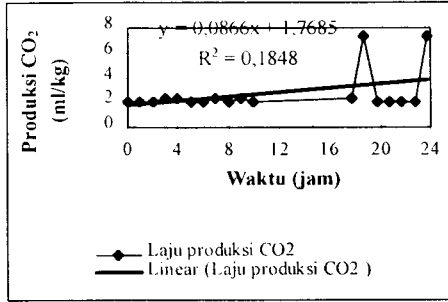
Gambar 8 Suhu dalam ruang pemeraman



Gambar 9. Konsumsi daya pemanas selama pemeraman



Gambar 10. Akumulasi energi pemanas selama pemeraman



Gambar 11. Laju produksi CO<sub>2</sub> dalam setiap tahap pemeraman

### KESIMPULAN

Kendali fuzzy telah digunakan untuk mengatur suhu pemeraman buah Pisang Uli dengan penurunan suhu ruangan secara bertahap.

Pada umumnya, pengendalian suhu berhasil mengikuti pola pengesetan suhu yang dikehendaki walaupun masih terjadi fluktuasi.

Dengan diterapkannya pentahapan suhu selama pemeraman, laju respirasi buah pisang Uli menunjukkan penurunan mengikuti pola respirasi buah klimaterik.

### UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih dan penghargaan disampaikan kepada Satyanto K. Saptomo, Sulyaden, Jejen serta Harital yang telah membantu pelaksanaan penelitian ini.

### DAFTAR PUSTAKA

- Chadirin, Y., H. Suhardiyanto, B.I. Setiawan, A.S. Yuwono. dan S. Heryawati. 1998. Pengembangan Sistem Pengendalian pH Larutan Nutrisi pada Budidaya Tanaman Secara Hidroponik. *Jurnal Teknik Pertanian* Vol 6(2).
- Rokhani, H. 1996. Rancang Bangun Sistem Pencampuran Gas dan Pengukuran Laju Respirasi pada Penyimpanan Hortikultura Secara Atmosfir Terkendali. Tesis MS. Program Studi Keteknikan Pertanian IPB. Bogor.
- Iskandar, M.A. 1994. Penggunaan Teori Fuzzy Dalam Menyelesaikan Masalah Keteknikan. Presentasi Ilmiah Penelitian BPPT. Jakarta.

- Pantastico, E.B., A.K. Matto, T. Murata, K. Chachin dan C.T. Phan. 1986. Perubahan Kimiawi Selama Pematangan dan Penuaan. dalam E.B. Pantastico (ed). Fisiologi Pasca Panen. Penerjemah Kamaryani. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Sabarie, Y. 1994. Kompensasi Daya Reaktif Dengan Program Linier Fuzzy. Makalah Seminar Artificial Intelligence. UPT-PIKSI ITB. Bandung.
- Sunarjono, H. 1985. Pengenalan Jenis Tanaman Buah-buahan dan Bercocok Tanam Buah-buahan Penting di Indonesia. Sinar Baru. Bandung.
- Saptomo, S.K., B.I. Setiawan, M.A. Iskandar and S. Sarwono. 1995. Pengaturan Suhu Dengan Pengontrol Fuzzy. Jurnal Teknologi Industri Vol 6(2)110-117.
- Satuhu, S dan Ahmad, S. 1990. Pisang, Budidaya, Pengolahan dan Prospek Pasar. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Saptoto, E.D dan B.I. Setiawan. 1997. Pengaturan Suhu Rumah Tanaman Dengan Logika Fuzzy. Buletin Pertanian Vol.11(1).
- Subarkah, D. 1998. Pengaturan Suhu Dengan Logika Fuzzy Untuk Transportasi Udang Windu (*Penaeus monodon* Feb) Hidup Sistem Kering. Skripsi. Teknik Pertanian IPB. Bogor.
- Suwarna. 1995. Pengaruh Ripening Stimulan, Suhu dan Kelembaban Terhadap Mutu Buah Pisang Raja Sere Setelah Pemeraman. Skripsi. Fateta-IPB. Bogor.