

PENDUGAAN MUTU PISANG RAJA BULU SETELAH PENYIMPANAN DAN PEMERAMAN DENGAN JARINGAN SYARAF TIRUAN¹

Sutrisno², Suroso³, Enrico Syaefullah⁴, Hikmat Maulana⁵ dan Ismi M. Edris⁶

ABSTRAK

Penelitian bertujuan mempelajari pengaruh suhu dan lama penyimpanan terhadap mutu fisik dan kimia pisang Raja Bulu setelah pemeraman dan membangun model pendugaan mutu fisik dan kimia pisang setelah pemeraman menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan (JST). Penelitian dilakukan dengan menyimpan pisang terlebih dahulu di suhu 10° dan 15°C dan suhu ruang (25°-27°C), lama simpan masing-masing 5, 10, 15 hari. Pisang yang telah disimpan kemudian dilakukan pemeraman. Pemeraman diawali dengan menyuntikkan gas etilen ke dalam *chamber* konsentrasi 100 ppm selama 24 jam suhu 24°C. Parameter yang diamati TPT (Total Padatan Terlarut), kekerasan, susut bobot dan warna L (kecerahan) a (merah) b (hijau). Data-data yang diperoleh digunakan membangun model pendugaan mutu fisik dan kimia pisang dengan JST. Hasil pengamatan menunjukkan adanya pengaruh dari perlakuan lama dan suhu penyimpanan terhadap mutu fisik dan kimia yakni TPT, kekerasan, susut bobot dan warna (L a b) pisang setelah pemeraman. Model JST yang dikembangkan dapat menduga mutu fisik dan kimia selama pemeraman dapat dikatakan cukup baik. Adapun nilai *error* MAE (*Mean Absolute Error*) secara keseluruhan menunjukkan nilai terkecil dibandingkan RMSE (*Root Mean Square Error*), SEP (*Standard Error of Prediction*) dan APD (*Average Percentage Deviation*) baik pada proses *training* maupun validasi. Hal ini ditunjukkan nilai MAE saat *training* untuk masing-masing parameter, yakni TPT, kekerasan, susut bobot, warna L, a dan b masing-masing sebesar 1.42, 0.15, 1.47, 1.25, 2.82 dan 2.80. Nilai MAE yang diperoleh setelah validasi untuk masing-masing parameter, yakni TPT, kekerasan susut bobot, warna L, a dan b masing-masing sebesar 2.44, 0.17, 3.52, 0.79, 6.72 dan 8.35.

Kata kunci: *pisang raja bulu, jaringan syarat tiruan, penyimpanan, pemeraman*

¹ Disampaikan dalam Gelar Teknologi dan Seminar Nasional Teknik Pertanian 2008 di Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian UGM, Yogyakarta 18-19 November 2008

² Staf Pengajar Departemen Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB, Kampus IPB Darmaga Bogor 16680, kensutrisno@yahoo.com

³ Staf Pengajar Departemen Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB, Kampus IPB Darmaga Bogor 16680

⁴ Staf Peneliti BPTP Kalimantan Tengah, kangico@yahoo.com

⁵ Alumni Departemen Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB, Kampus IPB Darmaga Bogor 16680

⁶ Alumni Departemen Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB, Kampus IPB Darmaga Bogor 16680, ismi.edris@gmail.com

A. PENDAHULUAN

Buah pisang merupakan komoditas hortikultura yang mempunyai produksi cukup tinggi dan berpotensi untuk diperdagangkan baik untuk pasaran dalam negeri maupun luar negeri. Buah ini banyak digemari dan sebagian dikonsumsi dalam bentuk segar (*fresh fruit*) karena rasanya yang enak terutama buah pisang meja untuk cuci mulut.

Berdasarkan data produksi pisang (BPS, 2007) diketahui bahwa produksi buah pisang di Indonesia mengalami peningkatan sebesar 26.78% dari tahun 2000 sampai 2005 yaitu dari 3,746,962 ton menjadi 5,177,607 ton. Namun pada kenyataannya buah pisang masih belum menjadi komoditas andalan Indonesia. Menurut Kader *et al.* (1985), besarnya kehilangan pascapanen buah-buahan segar berkisar antara 5-25% di negara maju dan 20-50% di negara berkembang. Salah satu pemecahan yang dapat digunakan untuk pendugaan mutu buah adalah dengan pengaplikasian kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*) berupa jaringan syaraf tiruan (*artificial neural network*). Hingga kini, jaringan syaraf tiruan telah banyak digunakan pada berbagai bidang seperti otomotif, perbankan, elektronik, militer dan termasuk pertanian.

Tujuan penelitian ini adalah mempelajari pengaruh suhu dan lama penyimpanan terhadap mutu fisik dan kimia pisang Raja Bulu setelah pemeraman serta membangun model pendugaan mutu fisik dan kimia pisang setelah pemeraman dengan menggunakan jaringan syaraf tiruan.

B. METODOLOGI

Penelitian dilakukan dengan dua tahap utama, yaitu tahap pengambilan data selama penyimpanan dan pemeraman serta tahap pendugaan mutu fisik dan kimia dengan jaringan syaraf tiruan. Pisang diberi perlakuan diukur terlebih dahulu, yang meliputi kekerasan, berat, warna dan total padatan terlarutnya.

1. Penyimpanan Dingin

Pisang yang telah disortasi dimasukkan ke dalam *chamber* yang telah diberi sterofoam di dasarnya dengan masing-masing *chamber* berisi 2 sisir pisang. Pemberian sterofoam di dasar *chamber* dimaksudkan untuk menjaga kelembaban agar nilai RH terkondisikan pada 90-95%. *Chamber* tersebut kemudian ditempatkan dalam lemari pendingin dengan suhu 10°C dan 15°C serta suhu ruang untuk pengontrolan. Lama penyimpanan terdiri dari tiga perlakuan yakni 5, 10, dan 15 hari.

2. Pemeraman

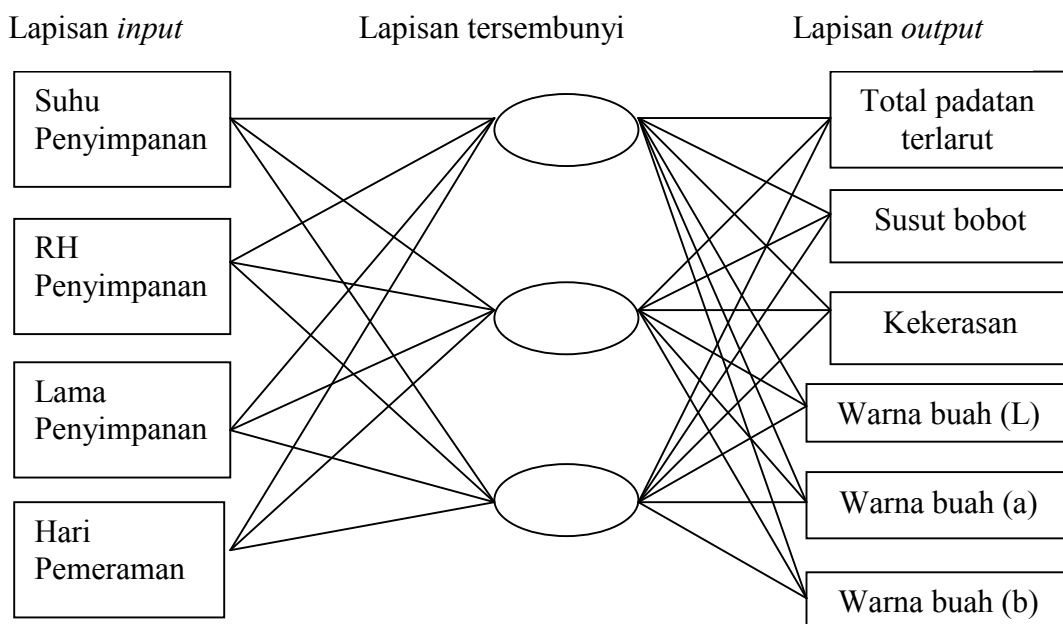
Pisang yang telah mendapat perlakuan lama penyimpanan pada suhu 10°C dan 15°C disuntikkan gas etilen ke dalam masing-masing *chamber* dengan konsentrasi 100 ppm. Perlakuan pemeraman ini dilakukan selama 24 jam dengan suhu 24°C. Proses berikutnya pisang dibiarkan di udara terbuka untuk selanjutnya dilakukan pengamatan parameter mutu selama 5 hari.

3. Pengamatan

Parameter yang diamati dalam penelitian terdiri atas parameter fisik dan kimia pisang, antara lain : kekerasan, susut bobot, warna, total padatan terlarut.

4. Pendugaan Model Sifat Fisik dan Kimia Pisang Dengan Jaringan Syaraf Tiruan

Jaringan syaraf tiruan yang digunakan dalam penelitian dibuat dengan menggunakan bahasa pemrograman *Borland Delphi 5.0* dengan menggunakan metode pembelajaran *backpropagation*. Jaringan syaraf tiruan yang digunakan adalah jaringan dengan lapisan jamak yang terdiri dari 3 lapisan (*layer*) yaitu, lapisan *input* (4), lapisan tersembunyi, dan lapisan *output* (6). Jumlah lapisan tersembunyi yang digunakan akan ditentukan pada training yang akan memberikan model pendugaan yang terbaik. Hasil dari jaringan syaraf tiruan adalah nilai pembobot (*w*) yang menghubungkan *input-output*.



Gambar 17. Model jaringan syaraf tiruan yang dikembangkan

a. Tes kondisi berhenti

Keseluruhan proses terus dilakukan sampai tercapainya kondisi berhenti atau optimum. Kondisi ini dapat ditunjukkan dengan jumlah *iterasi* atau nilai *error* yang diinginkan. Setelah sistem mencapai optimum, kinerja jaringan dinilai berdasarkan nilai RMSE (*Root Mean Square Error*), SEP (*Standard Error of Prediction*), APD (*Average Percentage Deviation*) dan MAE (*Mean Absolute Error*). Persamaan fungsi *error* tersebut dapat ditentukan dengan persamaan :

$$RMSE = \sqrt{\sum_n \frac{(p - a)^2}{n}}$$

$$SEP = \sum_{i=1}^n \frac{(p - a)^2}{n - 1}$$

$$APD = \frac{100}{n} \sqrt{\sum_{i=1}^n \left(\frac{a - p}{a} \right)^2}$$

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |p - a|$$

dimana : p = nilai prediksi jaringan syaraf tiruan

a = nilai aktual yang diberikan

n = jumlah data

Data-data yang diperoleh selama percobaan yang akan menjadi set data pasangan *input-output* bagi proses pembelajaran dibagi menjadi tiga set data, yaitu data *training*, data tes, dan data validasi. Data *training* dan data tes yang telah dilakukan proses pembelajaran untuk kemudian dilakukan validasi. Validasi dilakukan sebagai proses pengujian kinerja atau ketepatan prediksi jaringan syaraf tiruan terhadap contoh data yang diberikan selama proses *training*. Pada proses validasi dilakukan dengan memasukkan satu set data *input-output* yang baru. Bila model ini mampu menghubungkan pasangan *input-output* dari data yang diberikan dengan baik maka model jaringan syaraf tiruan yang terbentuk telah baik.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pengaruh Suhu Dan Lama Simpan Terhadap Mutu Fisik-Kimia Pisang Setelah Pemeraman

Pada penelitian yang telah dilakukan terdapat perlakuan yang tidak diamati secara keseluruhan yakni perlakuan suhu ruang. Hal ini dikarenakan pisang yang sudah dalam kondisi pematangan terutama untuk lama simpan 10 dan 15 hari. Perlakuan suhu ruang yang tidak dilakukan pengamatan berimplikasi pada perlakuan tersebut yang tidak dapat dijadikan *input* dalam arsitektur JST yang dibangun. Dengan demikian perlakuan suhu yang dijadikan *input* adalah suhu 10° dan 15° C.

a. Total Padatan Terlarut

Secara umum untuk parameter total padatan terlarut, perlakuan suhu 10°C memiliki tingkat TPT yang lebih rendah dibandingkan dengan suhu 15°C dan ruang. Winarno (1981) menyatakan bahwa rasa manis pada pisang terjadi karena perubahan kandungan pati menjadi fruktosa dan glukosa sampai pati tersebut habis sedangkan jumlah sukrosa meningkat. Lebih lanjut Winarno (1981) menyatakan kenaikan TPT terjadi karena terhidrolisisnya karbohidrat menjadi senyawa glukosa dan fruktosa. Sedangkan penurunan TPT terjadi karena kadar gula sederhana yang mengalami perubahan menjadi alkohol, aldehid dan asam.

b. Kekerasan

Pada perlakuan lama simpan 15 hari untuk berbagai suhu, terlihat bahwa pisang yang disimpan pada suhu ruang memiliki penurunan tingkat kekerasan yang paling signifikan. Ini mengindikasikan bahwa pisang sudah akan masuk fase pematangan yang ditandai dengan pelunakan buah. Setelah dilakukan pemeraman, kekerasan pisang untuk suhu 10° dengan 5 hari simpan mengalami penurunan yang lebih lambat dibandingkan dengan suhu 15°C. Sedangkan untuk suhu ruang menunjukkan penurunan tingkat kekerasan yang lebih signifikan dibandingkan dua perlakuan suhu di atas (Gambar 10). Laik halnya dengan suhu, perlakuan lama simpan menunjukkan *trend* yang sama. Pisang dengan lama simpan 5 hari memiliki tingkat kekerasan yang paling tinggi dibandingkan dengan pisang yang disimpan selama 10 atau 15 hari. Ini terjadi ketika pisang akan memasuki proses pemeraman.

c. Susut Bobot

Susut bobot yang terjadi setelah pemeraman dengan adanya perlakuan terlihat adanya perbedaan. Susut bobot dengan perlakuan suhu simpan lebih tinggi menunjukkan nilai susut bobot yang lebih besar. Hal ini dapat dilihat dengan nilai susut bobot pada suhu 10°C dengan lama simpan 5 hari sebesar 12.69%. Sedangkan untuk suhu 15°C nilainya sebesar 14.90% dan untuk suhu ruang nilainya sebesar 17.40%. Berdasarkan nilai yang diperoleh, dapat disimpulkan bahwa perlakuan suhu berpengaruh terhadap nilai susut bobot.

d. Warna

Warna merupakan salah satu faktor mutu yang paling dicermati oleh konsumen dalam melihat buah. Warna buah biasanya mencerminkan kualitas termasuk kematangan buah. Dalam penentuan variabel warna, satuan yang digunakan adalah L a b. Pengamatan warna dilakukan dengan menggunakan kamera digital dan *chromameter*. Nilai-nilai L a b ini diperoleh dengan melakukan kalibrasi antara hasil yang diperoleh *chromameter* dengan kamera digital. Adapun persamaan kalibrasi yang diperoleh untuk masing-masing nilai L (kecerahan), a (merah) dan b (hijau) adalah :

$$L : y = -6.2633x + 498.81$$

$$a : y = 0.7168x + 1.3447$$

$$b : y = 0.9179x - 4.003$$

2. Pendugaan Mutu Fisik-Kimia Pisang Dengan Jaringan Syaraf Tiruan

a. Pengolahan Data *Training*, Data Kontrol dan Data Validasi

Data yang digunakan sebagai *input* adalah suhu penyimpanan, RH penyimpanan, lama penyimpanan dan hari pemeraman. Sedangkan data yang digunakan sebagai *output* meliputi total padatan terlarut, susut bobot, kekerasan, warna buah (L), warna buah (a) dan warna buah (b). Set data yang digunakan merupakan data-data pengamatan pada perlakuan pemeraman yang sebelumnya telah dikenakan perlakuan penyimpanan. Data-data pengamatan diukur setelah dilakukan pemeraman selama 24 jam untuk masing-masing perlakuan. Satu set data awal terdiri dari suhu simpan, RH simpan, lama penyimpanan dan hari pemeraman yang telah dilakukan perlakuan pada hari ke-0 sebagai *input* dan enam variabel

pengamatan yang meliputi total padatan terlarut, susut bobot, kekerasan, warna buah (L), warna buah (a) dan warna buah (b) pada hari ke-0 sebagai *output*. Proses ini terus diulang untuk semua perlakuan baik suhu maupun lama penyimpanan sampai hari ke-5. Dengan demikian secara keseluruhan terdapat 36 set data (hasil penyusunan 6 perlakuan hingga hari ke-5).

Seluruh set data yang diperoleh kemudian dilakukan pengelompokan menjadi tiga kategori, yakni data *training*, data kontrol dan data validasi. Pengelompokan data dilakukan terhadap seluruh satuan data dari perlakuan-perlakuan yang ada. Adapun terkait proporsi data, hal ini dilakukan secara acak untuk masing-masing kategori data. Dalam pengelompokan data yang dilakukan, data-data ekstrim perlakuan baik maksimum dan minimum dikelompokkan ke dalam data *training*. Dari total 36 set data, proporsi untuk data *training* sebanyak 24 set data (66.6%), data kontrol sebanyak 6 set data (16.6%) dan data validasi sebanyak 6 set data (16.6%).

b. Training

Proses *training* diawali dengan memasukkan data *training* dan data kontrol ke dalam program JST. Tahapan selanjutnya adalah dengan melakukan *setting* parameter-parameter *training* yang akan digunakan seperti jumlah lapisan (*layer*) baik lapisan *input*, tersembunyi (*hidden*) dan *output*. *Setting* yang dilakukan meliputi jumlah node pada tiap lapisan, konstanta laju pembelajaran, momentum, gain dan target iterasi. Langkah berikutnya adalah melakukan *run-training* sampai mencapai optimum. Kondisi optimum terindikasi dengan jumlah iterasi atau nilai *error* yang diinginkan. Adapun besaran nilai parameter *training* yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 7. Parameter yang dijadikan standar dalam proses *training* yang dilakukan adalah nilai *error* yang diperoleh setelah tercapainya kondisi optimum. Nilai *error* itu sendiri timbul karena adanya perbedaan antara *output* aktual dengan *output* target. Nilai *error* yang telah diperoleh berfungsi untuk meng-*update* bobot-bobot yang relevan dengan jalan mempropagasikan kembali *error*.

Tabel 7. Parameter *training* jaringan syaraf tiruan

Parameter	Nilai
Jumlah lapisan	3
Jumlah node pada lapisan <i>input</i>	4
Jumlah node pada lapisan tersembunyi	6
Jumlah node pada lapisan <i>output</i>	6
Konstanta laju pembelajaran	0.3
Konstanta momentum	0.3
Konstanta gain	0.9
Target iterasi	10000

Pada penelitian ini, penentuan *error* dilakukan dengan menggunakan beberapa standar RMSE, SEP, APD dan MAE. Nilai-nilai *error* pada proses *training* setelah pengulangan ke-10000 disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Nilai-nilai *error* masing-masing parameter pada proses *training* setelah pengulangan ke-10000

No	Parameter	RMSE	SEP	APD (%)	MAE
1.	TPT	1.72	3.09	1.55	1.42
2.	Kekerasan	0.18	0.04	8.79	0.15
3.	Susut bobot	1.77	3.27	3.69	1.47
4.	Warna L	0.30	0.10	0.09	0.25
5.	Warna a	3.29	11.28	99.30	2.82
6.	Warna b	3.62	13.7	1.51	2.80

Dari tabel di atas, dapat dilihat perbandingan nilai *error* parameter untuk masing-masing standar yang diperoleh. Sebagai contoh, untuk parameter total padatan terlarut, nilai dengan standar RMSE mencapai 1.72 yang mengindikasikan bahwa rata-rata selisih antara nilai pendugaan dan nilai target mencapai 1.72. Nilai SEP yang diperoleh sebesar 3.09 yang mengindikasikan bahwa akurasi proses *training* dalam menduga nilai target memiliki tingkat *error* mencapai 3.09. Nilai APD mencapai 1.55% yang mengindikasikan bahwa nilai penyimpangan rata-rata nilai pendugaan terhadap nilai target mencapai 1.55%. Sedangkan nilai dengan standar MAE yang menunjukkan rata-rata selisih antara nilai pendugaan dan nilai target secara absolut mencapai 1.42. Untuk parameter kekerasan, nilai dengan SEP menghasilkan nilai yang terkecil yakni 0.04. Sementara nilai *error* yang terkecil untuk susut bobot diperoleh dengan menggunakan standar MAE yang mencapai 1.47. Sedangkan untuk parameter warna L, nilai *error* terkecil diperoleh dengan

menggunakan standar APD yang sebesar 0.09. Untuk parameter warna a. nilai *error* terkecil diperoleh dengan standar MAE yang mencapai 2.82 sementara untuk parameter warna b. nilai dengan standar APD menunjukkan nilai *error* yang terkecil yakni 1.51.

c. Validasi

Hasil validasi yang telah dilakukan menunjukkan adanya perbedaan nilai *error* yang diperoleh dengan hasil *training*. Pada hasil validasi yang diperoleh terlihat bahwa terdapat empat variabel pengamatan, yaitu TPT, susut bobot, warna a dan warna b yang mengalami perubahan nilai *error* yang signifikan. Sebagai contoh, nilai RMSE untuk pengamatan TPT mengalami perubahan sebesar 1.89, yakni dari 1.72 menjadi 3.61. Untuk susut bobot, nilai RMSE berubah dari 1.77 saat *training* menjadi 4.17 setelah proses validasi. Untuk warna a nilai *error* yang diperoleh setelah proses validasi sebesar 8.55 dan untuk warna b, nilai *error* yang diperoleh sebesar 9.99. Untuk dua variabel warna tersebut terlihat perbedaan RMSE yang sangat signifikan dengan tingkat perbedaan berkisar 5.2-6.4. Demikian pula dengan nilai-nilai *error* lainnya seperti SEP, APD dan MAE yang menunjukkan perbedaan dengan yang diperoleh saat *training*. Pada standar SEP, tingkat perbedaan yang sangat signifikan terjadi pada parameter warna b. Sedangkan pada standar APD warna a memiliki tingkat perbedaan yang sangat signifikan. Namun, pada standar MAE tingkat perbedaan *error* setelah validasi tidak terlalu signifikan bila dibandingkan dengan hasil *training*. Hasil dari pemodelan dengan JST adalah nilai pembobot (*weight*) yang menghubungkan lapisan *input* dengan lapisan tersembunyi dan lapisan tersembunyi dengan lapisan *output*.

D. KESIMPULAN

1. Suhu dan lama penyimpanan mempengaruhi mutu fisik dan kimia buah pisang, yaitu TPT (Total Padatan Terlarut), kekerasan, susut bobot dan warna. Semakin rendah suhu penyimpanan maka semakin rendah perubahan nilai TPT, kekerasan, susut bobot dan warna yang terjadi. Sedangkan semakin lama penyimpanan maka semakin tinggi perubahan nilai TPT, kekerasan, susut bobot dan warna yang terjadi.
2. Nilai *error* dengan standar MAE (*Mean Absolute Error*) secara keseluruhan menunjukkan nilai yang terkecil bila dibandingkan dengan RMSE, SEP dan APD baik

pada proses *training* maupun validasi. Hal ini ditunjukkan dengan nilai MAE pada saat *training* untuk masing-masing parameter, yakni TPT sebesar 1.42, kekerasan sebesar 0.15, susut bobot sebesar 1.47, warna L sebesar 1.25, warna a sebesar 2.82 dan warna b sebesar 2.80. Nilai MAE yang diperoleh setelah validasi untuk masing-masing parameter, yakni TPT sebesar 2.44, kekerasan sebesar 0.17, susut bobot sebesar 3.52, warna L sebesar 0.79, warna a sebesar 6.72 dan warna b sebesar 8.35.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih atas dana yang diberikan untuk terlaksananya penelitian ini melalui Program Insentif Riset Terapan, Menristek.

DAFTAR PUSTAKA

- Arif, C. 2008. Optimisasi Nilai Konduktivitas Listrik Larutan Nutrisi Pada Sistem Hidroponik Tanaman Tomat. Tesis. Sekolah Pasca Sarjana, IPB.
- Bachmann, J. dan R. Earles. 2000. Postharvest Handling Of Fruits And Vegetables. ATTRA. <http://www.ATTRA.com/>. [13 Juni 2008]
- Becker, B. R. dan Brian A. Fricke. 1996. Transpiration and Respiration of Fruits and Vegetables. American Society of Agricultural Engineers.
- Catalytic Generators. 2003. Suggest Banana Ripening Tips. http://www.catalicgenerators.com/catalyticgenerators_1777_326530.jpg, [15 Maret 2003]
- Kea`au Banana Plantation. 2002. Ripening instruction for Williams bananas, [3 Januari 2003].
- Kusumadewi, S. 2003. Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasinya). Penerbit Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Kyamuhangire, W. and R. Pehrson. 1999. Conditions in banana ripening using the rack and pit traditional methods and their effect on juice extraction. J. Sci Food Agric. 79:347-352.
- Pantastico, ER. B. 1986. Fisiologi Pasca Panen, Penanganan dan Pemanfaatan Buah-Buahan dan Sayuran Tropika dan Subtropika. Gajah Mada University Press, Yogyakarta
- Puspitaningrum, D. 2006. Pengantar Jaringan Syaraf Tiruan. Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Shewfelt, R. L. dan R. Dixon Philips. 1996. Seven Principles for Better Quality of Refrigerated Fruits and Vegetables. American Society of Agricultural Engineers.
- Taub, I. A. dan R. Paul Singh. 1998. Food Storage Stability. CRC Press, Washington, D. C.
- Tursiska, S. 2007. Pengaruh Suhu Dan Lama Simpan Terhadap Mutu Buah Pisang Raja Bulu (*Musa paradisiaca*) Setelah Pemeraman. Skripsi. Departemen Teknik Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Widodo, S. 2007. Aplikasi Jaringan Syaraf Tiruan Dan Algoritma Genetik Untuk Optimasi Komposisi Media Pembesaran Plantet Anggrek *Dendrobium* Kanayao Secara In-Vitro. Skripsi. Departemen Teknik Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Winarno, F. G. 2002. Fisiologi Pasca panen. Embrio Press. Bogor.