

**Pengembangan Sistem Cerdas untuk Sortasi dan  
Pemutuan Buah Pisang Secara *nondestructif***  
Sandra<sup>1</sup>

**ABSTRAK**

Penelitian ini mempunyai tujuan membangun sistem cerdas untuk sortasi dan pemutuan buah pisang segar secara non-destructif dengan menggunakan jaringan syaraf tiruan sebagai *machine learning*, parameter input yang digunakan adalah hasil dari pengolahan citra.

Penelitian ini dilakukan di laboratorium Teknik Pertanian Fateta Universitas Andalas-Padang Pisang Cavendish, dibeli dari petani di Gondang Legi, Malang. Sebanyak 3 tandan dengan tingkat kematangan 90, 100, dan 105 hari. Masing-masing tandan diambil sampel 40 buah.

Nilai *threshold* yang digunakan adalah 150, nilai indek merah dan biru meningkat dengan bertambahnya, nilai maksimum indek hijau berada pada 100 hsbm.

Sistem cerdas dapat mensortasi buah pisang sesuai dengan aktual tertinggi sebesar 70 %, ketepatan rata-rata sebesar 56,67 %. Nilai pendugaan terendah adalah 105 hsbm sebesar 41,67%, hal ini disebabkan perbedaan umur yang dekat maka warna permukaan kulit belum terjadi perubahan

Kata kunci: sistem cerdas, jaringan syaraf tiruan, citra digital, *threshold*, dan mutu

## PENDAHULUAN

Kecerdasan buatan adalah suatu studi bagaimana membuat agar komputer dapat melakukan sesuatu sebaik yang dikerjakan oleh manusia. Diantara lingkup utama kecerdasan buatan adalah *computer vision*, robotik dan sistem sensor, pengolahan bahasa alami. Untuk membangun sistem cerdas diperlukan *soft computing*, agar sistem memiliki keahlian pada ranah tertentu dan mampu beradaptasi dan belajar agar dapat bekerja lebih baik jika terjadi perubahan lingkungan. Unsur pokok *soft computing* sistem kecerdasan buatan: 1) sistem pakar, 2) jaringan syaraf tiruan, 3) probabilistic reasoning dan 4) evolutionary computing (optimasi) (Kusumadewi, 2003).

Dalam penelitian ini *soft computing* yang digunakan adalah jaringan syaraf tiruan dengan lingkup utama computer vision dalam bentuk teknik pengolahan citra digital, karena jaringan syaraf tiruan efektif untuk memecahkan berbagai permasalahan seperti pengidentifikasi sampel (termasuk suara dan citra), klasifikasi, peramalan serta pemecahan permasalahan kombinatorial,

---

<sup>1</sup> Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Andalas

*adaptif control* dan *multisensor data fusion*. Selain itu Jaringan syaraf tiruan mampu memecahkan permasalahan dimana hubungan antara masukan dan keluaran tidak diketahui dengan jelas.

Penggunaan teknik pengolahan citra dalam bidang pertanian telah banyak digunakan. Penerapan pada berbagai sistem pertanian, baik pra panen maupun pasca panen telah mempercepat proses sortasi hasil panen, pengujian kualitas, seleksi produk yang rusak, seleksi dan observasi terhadap tumbuhan di lapangan, dan berbagai aspek yang ingin diukur tanpa merusak bahan pertanian (*non destructive*). Rehkugler et al (1986) melakukan sistem sortasi pada buah apel. Teknik pengolahan citra digital digunakan untuk melihat laju memar pada buah salak (Ahmad et al., 2001). Chaerle dan Straeten (2001) menggunakan citra digital untuk memonitor tumbuhan sehat, Quevedo (2002) menganalisa tekstur citra digital untuk melihat keadaan permukaan dan struktur mikro dari sel kentang, untuk buah dilakukan oleh Gay, Berruto dan Piccarolo (2002) menggunakan citra untuk pemutuan buah, Jahns, G. et al (2001) menganalisis atribut citra untuk pemutuan tomat. Nagata dan Choi (1998) melakukan studi untuk menetapkan grading pada beberapa jenis strawberry. Penelitian ini menggunakan empat jenis strawberry, yaitu Reiko, Toyonoka, Nyoho, dan Akihime, dan satu jenis lada hijau. Hasil penelitian memperlihatkan bahwa akurasi tingkat ketelitian berkisar antara 94 sampai 98%, sedangkan lada hijau memiliki akurasi tertinggi sebesar 99%. Laykin et al (2002) melakukan klasifikasi buah tomat. Leemans dan Destain (2004) menggunakan citra digital untuk menggrade buah apel "Jonagold", Yam dan Papadakis (2004) distribusi rata-rata warna pada permukaan makanan, Ni dan Guansekaran (2003) mengukur panjang irisan keju.

Kecerdasan buatan digabungkan dengan citra digital menurut Ahmad dan Firdausy (2005) dapat digunakan untuk menerjemahkan deskripsi/informasi yang telah diperoleh menjadi informasi lain yang lebih berguna untuk mengambil keputusan. Diantara lingkup utama kecerdasan buatan adalah *computer vision*, robotik dan sistem sensor, pengolahan bahasa alami. Untuk membangun sistem cerdas diperlukan *soft computing*, agar sistem memiliki keahlian pada ranah tertentu dan mampu beradaptasi dan belajar agar dapat bekerja lebih baik jika terjadi perubahan lingkungan. Unsur pokok *soft computing* sistem kecerdasan

buatan: 1) sistem pakar, 2) jaringan syaraf tiruan, 3) probabilistic reasoning dan 4) evolutionary computing (optimasi) (Kusumadewi, 2003).

Penerapan JST di bidang pertanian baru dimulai sekitar tahun 1980-an. Nakano (1997) sortasi apel berdasarkan warna dan Gordon et al. (1998) mendeteksi adanya jamur pada jagung. Susanto et al. (2000) menerapkan JST untuk sortasi mangga gedong. JST juga digunakan untuk mengevaluasi kandungan gula buah jeruk oleh Kondo (1995). Suharyanto (1997) menerangkan di dalam sistem JST meliputi basis data,

Penelitian ini mempunyai tujuan membangun sistem cerdas untuk sortasi dan pemutuan buah pisang segar secara non-destruktif dengan menggunakan jaringan syaraf tiruan sebagai *machine learning*, parameter input yang digunakan adalah hasil dari pengolahan citra.

## METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Laboratorium Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Andalas Padang. Buah pisang yang digunakan adalah buah dengan tingkat ketuaan dan mutu yang berbeda sesuai dengan sortasi yang dilakukan oleh petani selama ini. Alat-alat yang digunakan untuk mengukur sifat fisiko-kimia. Alat untuk citra digital:

### Prosedur Penelitian

Penelitian ini terdiri dari tiga tahapan utama, yaitu 1) pengembangan sistem pemeriksaan mutu luar buah pisang menggunakan citra digital, dihubungkan dengan sifat fisikokimia buah pisang , 2) pengembangan perangkat lunak untuk memprediksi tingkat ketuaan dan sifat fisikokimia buah pisang, 3) validasi sistem dengan menggunakan sampel baru dan keluaran berupa sistem cerdas pemutuan buah pisang secara non destruktif. Tahapan penelitian seperti Gambar 1.

### Pengembangan Sistem Cerdas untuk Sortasi dan Pemutuan

Pembelajaran sistem kecerdasan buatan yang dikembangkan menggunakan metoda jaringan syaraf tiruan. Struktur pemodelan JST menggunakan *Multi Layer Perceptron*. Pelatihan model menggunakan *algoritma backpropagation*, sebelum melakukan pelatihan perlu menentukan nilai-nilai parameter konstanta

momentum dan parameter konstanta fungsi sigmoid dengan cara mencoba-coba (trial and error), nilai yang dipilih antara 0 sampai 0,9. Keseluruhan proses dilakukan pada setiap contoh dan setiap *iterasi* sampai sistem mencapai keadaan optimum. *Iterasi* tersebut mencakup pemberian contoh pasangan input dan output, perhitungan nilai aktivasi dan perubahan nilai pembobot.



Gambar 1. Tahapan penelitian.

Data pada JST dibagi dalam dua bagian yaitu data uji training (pelatihan) dan validasi. Kinerja jaringan dapat dinilai berdasarkan nilai RMSE (*root mean square error*), semakin rendah nilai RMSE maka semakin bagus kinerja dari jaringan.

JST merupakan peralatan utama pembelajaran mesin (*machine learning*) pada sistem kecerdasan buatan yang dikembangkan dalam penelitian ini, setelah dilakukan perlakuan JST yang terdiri dari jumlah lapisan tersembunyi dan jumlah iterasi, maka diambil proses JST yang paling baik dalam memprediksi pemutusan buah. Keluaran jaringan syaraf tiruan yang digunakan untuk proses kecerdasan buatan selanjutnya adalah pembobot akhir dari jaringan tersebut. Pembobot akhir ini merupakan hasil pembelajaran yang akan digunakan pada proses kecerdasan buatan. Pengujian sistem dilakukan dengan sampel yang berbeda dengan memberi masukan nilai sesuai dengan pembelajaran yang dilakukan.

Sistem jaringan syaraf tiruan merupakan salah satu metode sistem kecerdasan buatan (*artificial intelligence*). JST yang merupakan *soft computing*

dari sistem kecerdasan buatan yang akan dibangun menggunakan data hasil pengukuran *image processing* sebagai masukan dan akan mengolahnya dengan keluaran berupa mutu buah pisang dan tingkat ketutuan buah.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pengembangan sistem cerdas

Pengembangan sistem cerdas diawali dengan pengumpulan data base setiap umur pisang, data yang diambil adalah area yang berguna untuk menetukan diameter buah kemudian "rgb" untuk menentukan tingkat ketutuan.

Kesempurnaan data yang diperoleh sangat tergantung pada hasil binerisasi, sehingga proses binerisasi harus sesempurna mungkin. Binerisasi adalah proses pemisahan antara obyek dengan latar belakang, sedangkan hasil binerisasi tergantung pada nilai threshold yang diberikan.

Penentuan nilai threshold dilihat dari hasil binerisasi seperti Gambar 2, terlihat bahwa gambar buah pisang yang dihasilkan tidak smooth ketika nilai threshold diberi nilai 100, setelah dilakukan trial and error maka kemudian didapat nilai threshold 150 untuk mendapatkan gambar yang smooth terlihat pada Gambar 2, diharapkan dengan nilai ini obyek dengan latar belakang dapat terpisah secara sempurna. Menurut Ahmad (2005) nilai intensitas daerah mempunyai nilai yang berbeda dengan nilai intensitas latar belakang. Jika nilai intensitas suatu obyek berada dalam suatu interval dan nilai intensitas latar belakang berada diluar interval, maka citra biner dapat diperoleh dengan mudah melalui operasi benerisasi. Dari Gambar 56 terlihat bahwa nilai intensitas latar belakang berada diluar interval obyek.



Gambar 2. (a) gambar sampel, (b) threshold 100 dan (c) threshold 150

Tabel 1. Nilai rata-rata  $_{\text{rgb}}$ 

hsbm	r	g	b
90	2,1382	2,6964	1,1654
100	2,4779	3,1299	1,3923
105	2,4920	3,0937	1,4143

Dari tabel 1 terlihat bahwa nilai r dan nilai b meningkat dengan bertambahnya umur buah pisang, sedangkan nilai g meningkat sampai umur buah pisang berumur 100 hsbm dan menurun setelahnya, hal ini diperkirakan warna hijau permukaan kulit buah maksimum terjadi pada umur pisang 100 hsbm setelah itu terjadi degradasi klorofil sehingga terjadi penurunan warna hijau. Menurut Winarno dan Aman (1981), proses pemasakan buah pisang secara umum terjadi perubahan-perubahan fisiologis pada buah pisang adalah perombakan klofil.

Data semua sampel dari setiap tingkatan umur buah pisang disimpan sebagai dasar dalam penetuan mutu dengan menggunakan sistem cerdas. Pada sistem ini, hasil citra digital sampel buah pisang langsung scanning oleh sistem.

Penyimpanan data dilakukan dengan jalan menekan 'Tambah Data' setelah dilakukan proses pada sampel, untuk melihat data yang sudah tersimpan dengan jalan menekan 'Lihat Data'.

Sampel buah pisang yang digunakan untuk pengujian sistem terdiri dari semua tingkatan mutu. Pelaksanaan pengujian adalah buah pisang yang akan diuji diambil citra. Citra yang didapat dirubah dalam format .BMP, citra dimasukkan kedalam sistem dengan cara menulis nama file sampel.

Tabel 18. Hasil sortasi dan pemutuan buah pisang dengan sistem cerdas

Mutu aktual	Sampel	Sistem cerdas		
		90 hsbm	100 hsbm	105 hsbm
90 hsbm	10	7 (70%)	2 (20%)	1 (10%)
100 hsbm	12	2 (16,67 %)	7 (58,33 %)	3 (25 %)
105 hsbm	12	2 (16,67 %)	5 (41,67 %)	5 (41,67 %)

Tabel 18 terlihat bahwa sistem dapat mensortasi buah pisang sesuai dengan aktual tertinggi sebesar 70 %, ketepatan rata-rata sebesar 56,67 %, rendahnya pendugaan mutu yang dihasilkan oleh sistem disebabkan nilai  $_{\text{rgb}}$

permukaan kulit buah pisang pada setiap tingkatan umur mempunyai perbedaan nilai yang sangat kecil dan beberapa sampel untuk tingkat mutu yang berbeda mempunyai nilai rgb yang sama. Nilai pendugaan terendah adalah 105 hsbm sebesar 41,67%, hal ini disebabkan perbedaan umur yang dekat maka warna permukaan kulit belum terjadi perubahan.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

*Threshold* yang digunakan untuk memisahkan antara obyek dengan latar belakang adalah 150. Parameter pemutuan buah pisang dengan pengolahan citra digital adalah indek warna merah (r), indek warna hijau (g) dan indek warna biru (b). Hue (H), saturasi (S) dan intensitas (I) tidak dapat dijadikan sebagai parameter pembeda dalam pemutuan.

Pendugaan mutu pisang dengan menggunakan sistem cerdas dibandingkan dengan pemutuan aktual tertinggi sebesar 70 %, ketepatan rata-rata sebesar 56,67 %.

### Saran

Perlu penambahan faktor pembeda dalam perancangan sistem cerdas. Penggunaan Gelombang NIR (*near infra red*) dapat dijadikan salah satu alternatif

Pemutuan secara on-line dapat menggunakan sistem cerdas sebagai program untuk menggerakkan aktuator pemutuan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, U., A. Abrar and H.K.Purwadaria. 2001. Determination of Bruise Development Rate on Salak Fruit Using Image Processing. Proceeding of 2<sup>nd</sup> IFAC-CIGR Workshop on Intelligent control for Agriculture Application, 22-24 Agustus 2001, Bali Indonesia.
- Arymurthy, A.M. dan S. Setiawan. 1992. Pengantar Pengolahan Citra. PT. Elex Media Computindo, Jakarta.
- Budista I.W, HK Purwadaria, D Saputra. 1995. Pengkajian sifat fisik mangga gedong dengan teknik image processing. Prosiding Perhimpunan Keteknikan Pertanian, Bogor, 13-14 Maret 1995. Bogor: Perhimpunan Keteknikan Pertanian.

- Chang, Ch., Chen, S., Fon, D. 1990. Universal color indices for maturity evaluations of fruits. ASAE Paper No. 907054, ASAE, 2950 Niles Rd., St. Joseph, MI 49085-9659.
- Cherle, L., Straeten, D.V.D., 2001. Seeing id believing: imaging to monitor plant health. *J. Biochimica et Biophysica Acta* (1519) 153-166.
- Gao, J. dan J. Tan. 1996. Analysis of Expanded-Food Texture by Image Processing. Part I : Mechanical Properties. *J. of Food Process Engineering* 19(1996). Food and Nutrition Press, Inc. Trumbull, Connecticut.
- Gay, P., Bernito, R., and Piccarolo, 2002. Fruit Color Assessment for Quality Grading Purposes. ASAE Annual International Meeting/ CIGR XVth World Congress Sponsored by ASAE Hyatt Regency Chicago, Chicago, Illinois , USA, July 28-July 31, 2002
- Gordon, S.H., Bruce, C.W., Robert.B.S., Donald, T.W. and Richard, V.G. 1998. Neural Network Pattern Recognition of Photoacoustic FTIR Spectra and Knowledge-based Techniques for Detection of Mycotoxicogenic Fungi in Food Grains. *J. Food Protection*. 61(2):221-230.
- Jahns, G., Nielsen, H.M., Paul, W. 2001. Measuring image analysis attributes and modelling fuzzy consumer aspects for tomato quality grading. *Computers and Electronics in Agriculture*. (31) 17-29
- Jain, R., R. Kasturi and B.G. Schunck. 1995. *Machine Vision*. McGraw-Hill Book, Inc. New York, USA.
- Kondo, N. 1995. Quality Evaluation of Orange Fruit using Neural Networks. *Food Processing Automation IV*. Proceeding of the FPAC IV Conference. 3-5 November 1995, Chicago, Illinois. Published ASAE.
- Kusumadewi, S. 2003. *Artificial Intelligence, (Teori dan aplikasinya)*. Penerbit Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Lang, N.S., J. Silbernagel, E.M. Perry, R. Smithyman, L. Mills, dan R.L. Wample. 2000. Remote Image and leaf Reflectance Analysis to Evaluate the Impact of Environmental Stress on Grape Canopy Metabolism. *Journal of Hort Technology* July – September 2000 10 (3). p: 468 – 474.
- Laykin, S., V. Alemanatis, dan Y. Edan. 2002. Image Processing Algorithms for Tomatoes Classification. pixies/Japan, 11 Januari 2005.
- Leemans,V. dan M.F. Destain, 2004 A real-time grading method of apples based on features extracted from defects. *J. Food Engineering* 61(1), p: 83-89.
- Muchtadi, T.R. dan Sugiyono 1992. Ilmu Pengetahuan bahan Pangan. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Dirjen Dikti, PAU Pangan dan Gizi, IPB
- Nagata, M., dan Q. Cao. 1998. Study on Grade Judgement of Fruit Vegetables Using Machine Vision. *JARQ* 32 (1998), p: 257 – 265.
- Nakano, K. 1997. Application of neural network to the color grading of apples. *Journal Computers and Electronics in Agriculture*. (18) 105-116
- Ni, H.X and S. Guansekaran . 2003. Image Processing Algorithm for Cheese Shred Evaluation. *J.Food Engineering*, 61(1):37-45.
- Pantastico, E.B.. 1993. *Fisiologi Pasca Panen Penanganan dan Pemanfaatan Buah-buahan dan Sayur-sayuran Tropika dan Subtropika*. Terjemahan Kamaryati. Gajahmada University Press, Yogyakarta.

- Patterson, D.W., 1996. Artificial Neural Network Theory and Applications. Prentice Hall, Singapore.
- Quevedo, R., Carlos, I.G., Aguilera, J.M., and Cadoche, 2002. description of food surface and microstructural change using fractal image texture analysis. *Journal of Food Engineering*, (53) 361-371
- Rehkugler, G.E., dan J.A. Throop, 1989. Image Processing Algorithm for Apple Defect Detection. *Transection of The ASAE* 32 (1) p: 267 - 272.
- Susanto, Suroso, Purwadaria, H.K. dan Budiastri, I.W. 2000. Classification of Mango by Neural Network Based on Near Infra Red Diffuse Reflectance. Proceeding of Biorobotic II, 25-26 November 2000, Sakai, Osaka, Japan.
- Wills, R.H.H., T.H. Lee, D.Graham, W.B.Mc. Glasson and E.G.Hall 1989. Postharvest and Introduction to the Physiology and Handling of Fruit and Vegetables. Van Nostrand Reinhold, New York.
- Yam, K.L., and S.E. Papadakis. 2004. A Simple Digital Imaging Method for Measuring and Analyzing Color of Food Surfaces. *Journal of food Engineering*, 61(1):137-142.