

## LOGIKA FUZZY DAN JARINGAN SYARAT TIRUAN UNTUK PENINGKATAN MUTU TEH HITAM

[Fuzzy Logic and Artificial Neural Network for Quality Improvement of Black Tea]

Rohmatulloh<sup>1)</sup>, dan Marimin<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Jurusan Teknik Industri Politeknik Swadharma, Jakarta

<sup>2)</sup>Departemen Teknologi Industri Pertanian Sekolah Pascasarjana IPB, Bogor  
Email : [emanasi@plasa.com](mailto:emanasi@plasa.com), [marimin@indo.net.id](mailto:marimin@indo.net.id)

Diterima 23 Maret 2007/ Disetujui 17 Desember 2007

### ABSTRACT

*This paper discussed quality improvement of black tea using fuzzy approach on quality functions deployment and the development of backpropagation neural network using the software NWP II plus. The research was conducted at PTPN VIII tea industry, Goalpara plantation. Result of the study showed that, parameter first priority based on customer evaluation was tea flavour. The important process parameter of black tea based on result of fuzzy relationship matrix was the withering process. Based on the test of "trial and error" of network training process, the best network architecture for withering process monitoring [3-15-1] was obtained, that is 3 neurons in input layer, 15 neurons in hidden layer and 1 neuron in output layer. Three inputs and one output consist of time, flow, temperature and moisture content. The result suggests that development of backpropagation neural network can be used for process evaluation of withering processes.*

**Key words:** black tea, fuzzy relationship matrix, and backpropagation neural network.

### PENDAHULUAN

Produk teh Indonesia di tingkat pasar global kurang memiliki daya saing. Suprihatini (2005) mendapatkan salah satu masalahnya adalah produk teh Indonesia kurang mengikuti kebutuhan pasar, dalam arti kualitasnya jauh dari yang diharapkan oleh konsumen. Lebih lanjut dikatakan, Indonesia hanya dapat bersaing di atas Bangladesh dan di bawah India yang dikenal sebagai produsen teh utama dunia. Industri teh banyak memberikan manfaat, diantaranya manfaat ekonomi dan sosial. Berdasarkan data BPS (2004) industri teh menyumbang devisa negara melalui nilai perdagangannya di pasar dunia mencapai US\$ 7.235.000 dengan volume sebesar 3.707 ton. Luasnya perkebunan teh sekitar 142.782 hektar baik yang dimiliki perusahaan negara, swasta dan rakyat berkontribusi dalam menyerap banyak tenaga kerja.

Fokus penelitian pada peningkatan daya saing teh hitam khususnya di pasar dalam negeri melalui peningkatan mutu. Peningkatan mutu teh salah satunya ditentukan pada proses pengolahannya di dalam pabrik. Pengolahan daun teh bertujuan untuk mengubah komposisi kimia daun teh segar secara terkendali, sehingga hasil olahannya dapat memunculkan sifat-sifat yang dikehendaki pada air seduhannya seperti warna, aroma dan rasa. Sifat tersebut berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI 01-1902-2000 untuk teh hitam) dapat dinilai melalui penampakan teh kering, air seduhan dan penampakan ampas hasil air seduhan

yang tidak terpakai.

Tahap awal penelitian adalah mengidentifikasi suara konsumen untuk mendapatkan gambaran yang jelas mengenai kebutuhan dan harapan terhadap produk teh hitam. Tahap selanjutnya menerjemahkan suara konsumen ke dalam prioritas perbaikan dari sisi pendekatan proses menggunakan fuzzy matrik hubungan antara harapan konsumen dengan karakteristik teknis, salah satu bagian matrik metode penyebaran fungsi kualitas (*quality function deployment* [QFD]).

QFD dikenal sebagai model rumah kualitas yang dikembangkan oleh Yoji Akae tahun 1966 dan banyak diterapkan oleh perusahaan (Cohen, 1995). QFD secara tradisional umumnya menggunakan penilaian suara konsumen dengan pendekatan nilai yang tegas (*crisp approach*). Penggunaan nilai tegas hanya ada dua kemungkinan antara benar dan salah dan menutup peluang konsumen mengungkapkan bahasa lisannya (linguistik) dengan penekanan nilai yang berbeda, seperti penilaian hubungan "kuat", sementara bagi konsumen lain menilainya "sangat kuat". Jarak antara kedua variabel linguistik tersebut membentuk sebuah daerah abu-abu. Pada bagian ini peran logika fuzzy dapat menjembatani hal tersebut, sehingga keambiguan (penilaian yang mendua) dan penafsiran banyak makna konsumen dapat terakomodasi dengan nilai derajat keanggotaan yang diberikannya.

Integrasi pendekatan fuzzy dengan model QFD pernah diusulkan Lin, et al., (2004) untuk mendesain

kamera digital kelas bawah (*low end*). Integrasi fuzzy digunakan untuk penilaian tingkat kepentingan dan matrik hubungan dalam menentukan prioritas perbaikan karakteristik teknis. Zaim dan Sevkli (2002) melakukan penelitian pengembangan produk shampoo di Turki menggunakan pendekatan tegas dan fuzzy dengan fungsi keanggotaan yang dipakai adalah *triangular fuzzy number* (TFN). Hasil kedua pendekatan dibandingkan berdasarkan urutan prioritas. Penelitian lain oleh Sen, et al., (2005) mengusulkan penerapan pendekatan nilai fuzzy pada matrik hubungan untuk penentuan kriteria dalam proses pemilihan software ERP.

Pengawasan prioritas utama proses pengolahan teh selanjutnya dikembangkan dengan membangun sebuah model jaringan syaraf tiruan (JST) propagasi balik (*backpropagation neural network*). JST adalah sistem pemrosesan informasi yang mempunyai karakteristik kinerja tertentu seperti jaringan *neural biologis*. Metode propagasi balik melibatkan tiga langkah seperti umpan maju pola pelatihan masukan, perhitungan dan perambatan balik galat terkait dan pengaturan bobot (Widodo, 2005). Metode ini mudah diterapkan dan paling banyak digunakan pada algoritma pembelajaran dibimbing (*supervised*) dalam komputasi *neural* yang terdiri dari satu atau lebih lapisan tersembunyi (*hidden layer*). Ketidaksesuaian yang tidak diharapkan dari keluaran komputasi *neural* dengan keluaran data aktual dipergunakan untuk mengkoreksi nilai bobot dan dihubungkan kembali ke lapisan sebelumnya sampai diperoleh nilai yang mendekati nilai aktual (Gambar 1) (Turban, et al., 2005). Pelatihan JST propagasi balik terdiri dari tiga tahap, yaitu pelatihan input yang bersifat umpan maju, perhitungan *error* dan propagasi balik *error*, dan penyesuaian bobot (Marimin, 2004). Penggunaan JST pernah diusulkan dalam penelitian Wibowo (2002) untuk prediksi harga saham dengan logika fuzzy dan JST propagasi balik. Wilhelm, et al., (1995) mengintegrasikan sistem pakar dan JST untuk penentuan standar waktu pada proses pembuatan produk alas berbentuk kubus. Penelitian lain oleh Pöllänen, et al., (2000) mengenai penerapan JST untuk pengawasan proses fermentasi pada pembuatan bir.

## METODOLOGI

Penelitian ini terdiri dari dua kegiatan, yaitu pemilihan proses prioritas dan pengembangan pengawasan proses terpilih. Pemilihan proses menggunakan metode QFD dan analisa data menggunakan fuzzy matrik hubungan. Pengawasan pola parameter proses produksi teh hitam melalui pengembangan model JST propagasi balik. Data berasal dari hasil pengukuran yang diperoleh dari laporan penelitian (data sekunder) yang dibagi menjadi dua, yaitu data pelatihan sebanyak 80% dan data pengujian sebanyak 20% dari jumlah data tersedia. Pengolahan data menggunakan paket *software NeuralWork*

*Professional II plus* (NWP II plus). Pemilihan software ini karena kemudahannya dalam proses pengolahan simulasi data JST.

Pengumpulan data primer dengan teknik wawancara terstruktur mengadopsi kuesioner model Servqual yang terdiri dari dua sisi penilaian, yakni penilaian kepentingan dan kepuasan (Parasurman, et al., 1988 dalam Fitzsimmons, et al., 1994). Skala yang digunakan dalam rentangan nilai 1-5. Sampel penelitian adalah produk teh hitam produksi PTPN VIII perkebunan Goalpara. Responden sebanyak 5 orang dipilih berdasarkan keputusan (*judgement*).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pemilihan parameter proses

Hasil penelitian pemilihan harapan konsumen terpenting produk teh hitam adalah atribut aroma dengan nilai skor kontribusi sebesar 0,192. Dua atribut lainnya, yaitu kebersihan teh (0,162) dan rasa (0,160). Perbaikan ketiga atribut tersebut berkontribusi meningkatkan kepuasan harapan konsumen sebesar 51% dari keseluruhan harapan konsumen teh hitam (Tabel 1). Pemilihan prioritas harapan konsumen merupakan hasil penilaian atribut mutu teh hitam menggunakan skala penilaian yang terdiri dari penilaian tingkat kepentingan (kolom 1) dan tingkat kepuasan (kolom 2), nilai target perbaikan (kolom 3), nilai rasio perbaikan (kolom 4) dan penilaian poin penjualan (kolom 5) (Tabel 1). Nilai poin penjualan untuk mengetahui sejauhmana atribut harapan konsumen memberikan dampak terhadap penjualan produk dengan nilai skor 1 untuk atribut yang tidak memiliki pengaruh, nilai skor 1,2 dampak sedang dan nilai skor 1,5 memberi pengaruh besar terhadap penjualan.

Harapan konsumen diterjemahkan ke dalam karakteristik internal dari sisi pendekatan proses untuk memenuhi harapan konsumen terhadap mutu teh hitam. Penilaian menggunakan pendekatan fuzzy matrik hubungan. Tahap pertama adalah membuat derajat fungsi keanggotaan himpunan fuzzy untuk menentukan tingkat hubungan antara atribut harapan konsumen dengan karakteristik internal. Bentuk hubungan yang terjadi adalah sangat kuat, kuat, sedang, lemah dan tanpa hubungan (Tabel 2).

Hasil pengolahan data nilai bobot TFN menunjukkan bahwa prioritas pertama yang menjadi perhatian perbaikan atau pengawasan proses adalah proses pelayuan dan proses penggilingan dengan nilai skor keduanya sebesar 0,218. Prioritas ketiga adalah proses fermentasi dengan nilai skor 0,209. Ketiga perbaikan proses ini dapat berkontribusi mempertahankan dan meningkatkan kualitas teh hitam sebesar 65 % dari keseluruhan usaha perbaikan (Tabel 3).

Tabel 1. Matrik Perencanaan

Harapan Konsumen		Kolom					Bobot	Normalisasi	Prioritas
		1	2	3	4	5			
Penampakan teh kering ( <i>appearance</i> )	Bentuk dan ukuran partikel (A1)	4.00	3.40	5.00	1.47	1.50	8.82	0.160	4
	Warna partikel (A2)	3.60	3.20	5.00	1.56	1.50	8.44	0.153	5
	Kebersihan (A3)	5.00	4.20	5.00	1.19	1.50	8.93	0.162	2
Air seduhan ( <i>liquor</i> )	Warna (A4)	4.40	4.60	5.00	1.09	1.50	7.17	0.130	7
	Rasa (A5)	5.00	3.40	5.00	1.47	1.20	8.82	0.160	3
	Aroma (A6)	4.80	3.40	5.00	1.47	1.50	10.59	0.192	1
Ampas ( <i>infusion</i> )	Penampakan ampas (A7)	2.40	3.20	3.00	0.94	1.00	2.25	0.041	6
							55.03	1.000	

Tabel 2 Himpunan fuzzy dan fungsi feanggotaan

Linguistik	Fungsi Keanggotaan	Domain	Triangular (c, a, b)
Tdk ada hubungan	$\mu(x)=(2.5-x)/(2.5-0)$	$0 \leq x \leq 2.5$	0, 0, 2.5
Lemah	$\mu(x)=(x-0)/(2.5-0)$ $\mu(x)=(5.0-x)/(5.0-2.5)$	$0 \leq x \leq 2.5$ $2.5 \leq x \leq 5.0$	0, 2.5, 5.0
Sedang	$\mu(x)=(x-2.5)/(5.0-2.5)$ $\mu(x)=(7.5-x)/(7.5-5.5)$	$2.5 \leq x \leq 5.0$ $5.0 \leq x \leq 7.5$	2.5, 5, 7.5
Kuat	$\mu(x)=(x-5.0)/(7.5-5.0)$ $\mu(x)=(10.0-x)/(10.0-7.5)$	$5.0 \leq x \leq 7.5$ $7.5 \leq x \leq 10.0$	5, 7.5, 10.0
Sangat Kuat	$\mu(x)=(x-7.5)/(10.0-7.5)$	$7.5 \leq x \leq 10.0$	7.5, 10.0, 10.0

Tabel 3. Fuzzy matrik hubungan

Atribut	V <sub>i</sub>	Karakteristik Teknis								
		Pengeringan			Sortasi			Pengemasan		
A1	0.1604	0.000	0.000	0.401	0.802	1.203	1.604	0.401	0.802	1.203
A2	0.1533	0.000	0.000	0.383	0.383	0.767	1.150	0.000	0.000	0.383
A3	0.1623	0.000	0.000	0.406	0.811	1.217	1.623	0.000	0.406	0.811
A4	0.1304	0.000	0.326	0.652	0.000	0.000	0.326	0.000	0.000	0.326
A5	0.1604	0.802	1.203	1.604	0.000	0.000	0.401	0.000	0.401	0.802
A6	0.1924	0.000	0.481	0.962	0.000	0.000	0.481	0.481	0.962	1.443
A7	0.0409	0.000	0.102	0.204	0.000	0.000	0.102	0.000	0.000	0.102
TFN		0.802	2.112	4.612	1.996	3.186	5.686	0.882	2.570	5.070
Fuzzy ranking		2.310			3.405			2.706		
Kepentingan Relatif		0.097			0.143			0.114		
Prioritas		6			4			5		
Target		waktu = 15-20 menit, KA = 3%			tertahan mesh 7			rapi dan bersih		
Atribut	V <sub>i</sub>	Karakteristik Teknis								
		Pelayuan			Penggilingan			Fermentasi		
A1	0.1604	0.401	0.802	1.203	0.401	0.802	1.203	0.000	0.000	0.401
A2	0.1533	1.150	1.533	1.533	1.150	1.533	1.533	0.383	0.767	1.150
A3	0.1623	0.000	0.000	0.406	0.000	0.000	0.406	0.000	0.000	0.406
A4	0.1304	0.978	1.304	1.304	0.978	1.304	1.304	0.978	1.304	1.304
A5	0.1604	0.401	0.802	1.203	0.401	0.802	1.203	1.203	1.604	1.604
A6	0.1924	0.000	0.481	0.962	0.000	0.481	0.962	0.481	0.962	1.443
A7	0.0409	0.204	0.307	0.409	0.204	0.307	0.409	0.204	0.307	0.409
TFN		3.134	5.228	7.019	3.134	5.228	7.019	3.249	4.943	6.716
Fuzzy ranking		5.178			5.178			4.956		
Kepentingan Relatif		0.218			0.218			0.209		
Prioritas		1			2			3		
Target		derajat layu pucuk = 44-46%, KA = 54-56%			derajat layu pucuk = 44-46%, min. 60% halus			waktu = 90-110 menit, suhu = 25°C		

**Pengembangan jaringan syaraf tiruan**

Berdasarkan kajian pustaka bahwa proses pelayuan di PTPN VIII perkebunan Goalpara menggunakan palung pengering (*whitening trough*). Proses pelayuan dalam pengolahan teh hitam merupakan proses pertama yang akan menjadi keberhasilan kemudahan dalam proses penggilingan dan meletakkan dasar-dasar proses fermentasi. Proses kimia pelayuan daun teh adalah peningkatan enzim, peruraian protein, dan peningkatan kandungan kafein. Proses pelayuan adalah tiruan dari proses penguapan yang terjadi secara alamiah pada daun teh untuk menurunkan kadar air secara perlahan-lahan agar didapatkan kondisi daun teh dengan tingkat layu sedang dan ringan. Nilai target yang ditetapkan oleh tim peningkatan mutu teh hitam dalam studi ini sesuai dengan acuan sistem pengolahan teh Indonesia menggunakan derajat layu pucuk yang baik adalah 44-46% setara dengan nilai kandungan air sebesar 54-56% (Tabel 3). Penentuan nilai target yang telah ditetapkan untuk memudahkan proses penggilingan dan oksidasi enzimatis.

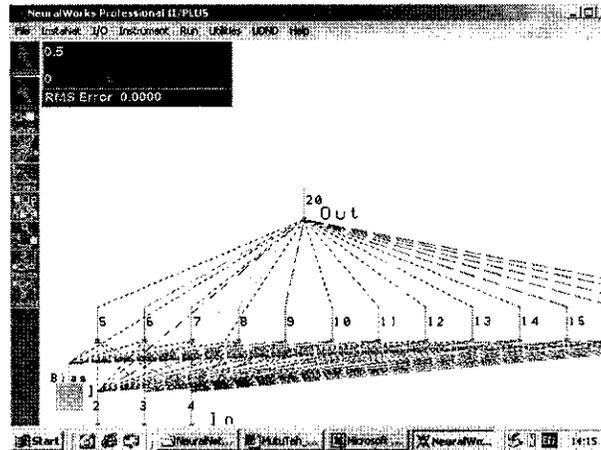
Tahap awal pengembangan JST adalah indentifikasi faktor yang mempengaruhi proses pelayuan sebagai parameter input JST. Berdasarkan kajian pustaka bahwa faktor yang mempengaruhi proses pelayuan berasal dari kondisi lingkungan, yaitu suhu, kelembaban, volume udara dan laju udara sebagai input terkendali. Udara segar dialirkan untuk menghilangkan panas dan air pada pucuk dengan pintu palung terbuka. Setiap selesai membeberkan pucuk dalam satu palung, pintu palung ditutup dan terus dialirkan udara. Udara bersih dalam proses pelayuan dengan kelembaban rendah (60-75%), suhu tidak melebihi 28°C (optimal 26°C) dan volume yang cukup sesuai kapasitas palung pelayuan. Untuk memperoleh suhu udara yang diharapkan diperlukan mesin pemanas (*heat exchanger*). Kapasitas palung dapat menampung 25-35 Kg pucuk segar (Nasution et al.,1975; Setyamidjaja, 2000). Input tak terkendali berasal dari daun teh seperti kandungan air awal dan komposisi daun pucuk muda yang umumnya dilakukan pada saat penanganan pasca panen dan karakteristiknya sangat tergantung dari perubahan iklim di perkebunan, cara petik serta pengangkutan dan penyimpanan bahan.

Selanjutnya membuat rancangan arsitektur JST untuk proses pengawasan pelayuan seperti diuraikan pada Gambar 2. Data input dihimpun berdasarkan hasil pengukuran, yaitu laju pelayuan, suhu

dan waktu pelayuan. Target yang dicapai dari hasil pengawasan pelayuan adalah persentase jumlah kandungan air pada daun teh segar. Jumlah data sebanyak 33 set dengan rincian sebanyak 27 set untuk data pelatihan dan 6 set untuk data pengujian. Data disimpan dengan nama file berbeda dalam format notepad dengan nama ekstensi nna. Konfigurasi JST menggunakan pembelajaran propagasi balik dengan fungsi aktivasi *sigmoid logistic* dan *delta rule (error)*. *Sigmoid* merupakan fungsi transfer untuk menormalisasi nilai keluaran *neuron* dengan kurvanya *non linier* berbentuk huruf S. *Delta rule* merupakan perhitungan perbedaan *error* nilai simulasi dengan nilai target yang diinginkan, dimana nilai selisihnya dipergunakan kembali untuk mengkoreksi nilai bobot pada lapisan (*layer*) sebelumnya (Gambar 1). Berdasarkan beberapa percobaan dengan format arsitektur JST yang berbeda jumlah lapisan tersembunyinya (*hidden layer*) sebanyak 5, 10, 15, 20, 25 dan 30 *neuron* diperoleh hasil perhitungan nilai RMSE pada iterasi 100.000 seperti diuraikan pada Tabel 4. Jumlah *neuron* yang dipilih adalah 15 dengan nilai RMSE (*root mean square error*) diinginkan (Gambar 2). RMSE adalah akar rata-rata kuadrat kesalahan yang dilakukan JST selama proses pelatihan. Arsitektur JST pengawasan proses pelayuan yang telah dipilih selanjutnya ditentukan jumlah iterasi (*epoch*) pada proses pelatihan dengan mencoba beberapa kali perhitungan terhadap nilai RMSE. Satu *epoch* adalah lamanya JST mempelajari satu kali proses pelatihan terhadap seluruh set pelatihan (*training set*) (Riadi, 2001 dalam Wibowo, 2002). Hasil perhitungan *neural* diperoleh nilai RMSE pelatihan sebesar 0,0202 pada jumlah iterasi sebanyak 80.000 ulangan. Setelah sistem selesai dilatih dengan menunjukkan kinerja yang diinginkan selanjutnya dilakukan proses pengujian menggunakan data berbeda sebanyak 30% dari keseluruhan data yang tersedia. Penggunaan data berbeda pada proses pengujian untuk melihat kemampuan sistem yang dirancang agar dapat mengenali pola yang belum dikenal. Jika sistem memiliki kemampuan untuk mengenali pola yang baik seperti pada proses pelatihan, maka sistem dinyatakan layak untuk digunakan sebagai alat bantu pengawasan proses pelayuan. Hasil perhitungan *neural* pada proses pengujian diperoleh nilai RMSE sebesar 0,0313 (Gambar 3). Hasil pengujian ini menunjukkan bahwa kinerja sistem memiliki pengenalan pola yang baik seperti proses pelatihan (Gambar 4).

Tabel 4. Perbandingan jumlah *neuron* dan RMSE

Kompoen	Jumlah <i>neuron</i>					
	5	10	15	20	25	30
Nilai RMSE	0,0207	0,0209	0,0203	0,0211	0,0211	0,0211
Jumlah iterasi	100.000					



Gambar 3. Tampilan perhitungan neural (pengujian)

## KESIMPULAN

Peningkatan mutu teh hitam dalam rangka memenuhi harapan konsumen dan meningkatkan daya saing atas penjualan produk teh hitam di pasaran. Metode QFD dengan pendekatan *fuzzy* sebagai metode untuk mengakomodasi penilaian beragam dalam menentukan parameter proses terpenting guna dijadikan faktor utama dalam meningkatkan mutu teh hitam. Pengembangan model JST sebagai alat yang dapat digunakan untuk prediksi pengawasan parameter proses secara otomatis. Kelebihannya dapat mengurangi waktu untuk mengetahui nilai kadar air dalam proses pelayuan secara cepat.

Pengembangan JST pengawasan proses pelayuan pada studi ini masih dalam langkah awal. Pengembangan selanjutnya adalah membuat tampilan sistem yang lebih *user friendly* untuk memudahkan pengoperasian sistem menggunakan software yang memiliki fasilitas lebih baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- [BSN] Badan Standardisasi Nasional. 2000. SNI Teh Hitam. Jakarta : BSN.
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2004. Statistik Teh Indonesia 2004. Jakarta : BPS Indonesia.
- Cohen L. 1995. *Quality Function Deployment, How to Make QFD Work for You*. Massachusetts : Addison-Wesley Publishing Company.
- Fitzsimmons J A., and Mona J Fitzsimmons (1994). *Service Management for Competitive Advantage*. Singapore : Mc. Graw Hill International.
- Lin M-C., C-Y Tsai., C-C Cheng, and C A Chang. 2004. *Using Fuzzy QFD for Design of Low-end Digital Camera*. Int'l. J. of Applied Science and Engineering, 2, 3, p. 222-233.
- Marimin. 2002. *Teori dan Aplikasi Sistem Pakar dalam Teknologi Manajerial*. Bogor : IPB Press.
- Nasution Z dan Wachyuddin T. 1975. *Pengolahan Teh*. Bogor : Agroindustrial Press.
- Pöllänen J., J Rousu, and J Kronlöf. 2000. *A Neural Network Tool for Brewery Fermentations*. [www.cs.helsinki.fi/u/rousu/automaatio2001.pdf](http://www.cs.helsinki.fi/u/rousu/automaatio2001.pdf) [30 Juni 2006].
- Sen C G., T Firdolas., H Baracli, and S Önut. 2005. *A Fuzzy QFD Approach for Determining ERP Software Selection Criteria*. Proceeding of 35<sup>th</sup> Int'l Conference on Computers and Industrial Engineering, p 1843-1848. <http://www.umoncton.ca/cie/Conferences/35thconf/CIE35%20Proceedings/PDF/380.pdf> [30 Juni 2006].
- Setyamidjaja, D. 2004. *Teh, Budi Daya dan Pengolahan Pascapanen*. Yogyakarta : Penerbit Kanisius.
- Sugiarti. 1997. *Analisis Pengaruh Perlakuan Tebal Tumpukan dan Kecepatan Aliran Udara Terhadap Laju Pelayuan Daun Teh*. Skripsi. Bogor : FATETA IPB.
- Suprihatini R. 2005. *Daya Saing Ekspor The Indonesia di Pasar Dunia*. Jurnal Agro Ekonomi, Vol. 23 No. 1, pp. 1-29.
- Turban E., J E Aronson, and Ting-Peng L. 2004. *Decision Support System and Intelligent*

Systems. 7<sup>th</sup> ed. New Jersey : Pearson Prentice Hall.

**Zaim, S and M Sevki. 2002.** *The Methodology of Quality Function Deployment with Crisp and Fuzzy Approaches and an Application in the Turkish Shampoo Industry.* Journal of Economic and Social Research 4 (1), pp. 27-53.

**Weilhelm M., A E Smith, and B Bidanda. 1995.** *Integrating an Expert System And a Neural*

*Network for Process Planning.* Engineering Design and Automation, October, p. 1-20.

**Wibowo T. 2002.** Sistem Intelejen Prediksi Harga Saham dengan JST dan Logika Fuzzy. Skripsi. Bogor : FMIPA IPB.

**Widodo T S. 2005.** System Neuro Fuzzy untuk Pengolahan Informasi, Pemodelan, dan Kendali. Yogyakarta : Penerbit Graha Ilmu.