

PEMODELAN PENGERINGAN KUNYIT (*CURCUMA DOMESTICA VAL.*) BERBASIS *MACHINE VISION* DENGAN MENGGUNAKAN *ARTIFICIAL NEURAL NETWORK*

Modelling of Turmeric (Curcuma Domestica Val.) Drying Using Machine Vision and Artificial Neural Network

Muchammad Zakaria*, Yusuf Hendrawan, Gunomo Djojowasito
Jurusan Keteknikaan Pertanian – Fakultas Teknologi Pertanian - Universitas Brawijaya
Jl. Veteran, Malang 65145

*Penulis Korespondensi: email: muchammadzakaria86@gmail.com

ABSTRAK

Pengeringan pada kunyit (*Curcuma Domestica Val.*) bertujuan untuk memperpanjang umur simpan serta mengurangi kadar air hingga batas perkembangan mikroorganisme dan kegiatan enzim yang menyebabkan pembusukan menjadi terhambat. Saat ini, pengeringan kunyit menggunakan sinar matahari dan alat pengering mekanis dengan kontrol waktu dan suhu. Banyaknya kendala pada proses pengeringan menyebabkan dibutuhkan suatu teknologi yang dapat memonitoring kadar air dari kunyit secara pasti dan akurat, yaitu dengan mesin pengering berbasis *machine vision* dan *artificial neural network* (ANN). Tujuan penelitian untuk mengetahui waktu terbaik untuk pengeringan kunyit berbasis *machine vision* dengan menggunakan ANN, mengetahui perbedaan grafik ANN untuk gambar yang memenuhi syarat kadar air standar pengeringan kunyit, mengetahui ANN terbaik dalam proses pengeringan kunyit. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif yang terdiri dari lama waktu pengeringan yaitu 5 jam dengan 5 kali pengulangan dan menggunakan bahan kunyit. Metode aplikasi mesin pengering yang dilengkapi dengan *machine vision* sebagai pengambil data gambar pada bahan, kemudian di ekstrak warnanya untuk mengetahui nilai (*red*, *green*, dan *blue*). Proses pembangunan model ANN digunakan *learning rate* sebesar 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, dan 0.5 pada *momentum rate* sebesar 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, dan 0.9. Hasil *learning process* terbaik adalah *learning rate* 0.3 dan *momentum rate* 0.9. Model ANN dengan nilai *error* terendah yaitu untuk *training* 0.005 MSE, dan 24.59% ARE (*Average Error*), untuk validasi 0.005 MSE dan 25.35% ARE

Kata kunci : *Artificial Neural Network*, Kunyit, Kadar Air, *Machine Vision*

ABSTRACT

To maintain turmeric (*Curcuma domestica Val.*) to be durable is by drying. The purpose of drying to reduce the moisture content up to limit the development of microorganisms and enzyme activities that cause spoilage. Nowadays, turmeric drying is using sunlight and mechanical drier with time and temperature control. However, drying process often arise various problems, therefore require a technology to monitor the moisture content of turmeric definitively and accurately, that is using drying machine-based *machine vision* and ANN (*Artificial Neural Network*). The purpose of this study to determine the best time for drying turmeric-based *machine vision* by using ANN, to know the difference of ANN's graph for image that qualify the standard of moisture content in drying turmeric, to know the best ANN in the turmeric drying process. This research use descriptive method that consisted of duration of drying time, 5 hours with five repetitions. The application of drying machine equipped with a *machine vision* is to take data image on the materials, then color was extracted to know the value of (*red*, *green*, and *blue*). In the development process of ANN model, use *learning rate* of 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, and 0.5 on the *momentum rate* of 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, and 0.9. Best results is showed on the *learning process* of *learning rate* 0.3 and *momentum rate* 0.9. ANN models with the lowest error value is for *training* 0005 MSE and 24.59% ARE, for validation MSE 0005 and 25.35% ARE

Keywords: *Artificial Neural Network*, Turmeric, Moisture, *Machine Vision*

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang memiliki kekayaan hayati luar biasa, terdapat 40000 jenis tumbuhan dan diantaranya sekitar 1300 tumbuhan tersebut dapat dimanfaatkan sebagai obat tradisional (WWF, 2009). Berdasarkan potensi yang ada produk obat dapat dikembangkan secara luas, salah satu jenis tanaman yang berpotensi adalah kunyit (Box, 1989; Rahayu, 2010; Hee Kim *et al.*, 2016; Lee Yue *et al.*, 2016). Semakin berkembangnya obat tradisional, kosmetik, makanan dan minuman kesehatan, serta industri jamu banyak bergantung kepada bahan aktif yang terkandung di dalam kunyit (Man *et al.*, 2015; Shin *et al.*, 2015; Harsha *et al.*, 2016). Porsi yang paling besar dalam penggunaan simplisia kunyit terjadi pada pembuatan obat tradisional (Syukur, 2010).

Kunyit merupakan tanaman suku temu-temuan dengan nama latin *Curcuma longa* Koen atau *Curcuma domestica* Val. senyawa utama yang terkandung dalam rimpang kunyit adalah senyawa kurkuminoid. Senyawa kurkuminoid yang memberikan warna kuning pada kunyit. Kurkuminoid menjadi pusat perhatian para peneliti yang mempelajari keamanan, sifat antioksidan, antiinflamasi, efek pencegah kanker, ditambah kemampuannya menurunkan resiko serangan jantung (Asghari *et al.*, 2009). Zat yang terkandung dalam kunyit adalah kandungan lemak 1-3%, karbohidrat 3%, protein 30%, pati 8%, vitamin C 45-55%, zat besi, fosfor, dan kalsium. Curcumin (1,7-bis (4-hidroksi- 3-metoksifenil)-1E,6E-heptadiene-3,5-dione atau diferuloyl metan), yang dihasilkan dapat digunakan sebagai obat pada penyakit diabetes dan gagal ginjal (Trujillo *et al.*, 2013). Pengeringan dilakukan untuk mempertahankan kunyit agar tetap tahan lama. Pengeringan merupakan terjadinya penguapan air ke udara karena perbedaan kandungan uap air antara udara dengan bahan yang dikeringkan (Siallagan, 2009; Yao, 2016; Xie *et al.*, 2017). Pengeringan juga bertujuan untuk mengurangi kadar air bahan sampai batas perkembangan mikroorganisme dan kegiatan enzim yang dapat menyebabkan pembusukan terhambat atau bahkan terhenti sama sekali (Morgan *et al.*, 2006; Fadilah *et al.*, 2010; Lorentzen *et al.*, 2015). Dengan demikian, bahan yang dikeringkan mempunyai waktu simpan lebih lama (Adawyah, 2008; Sangwan *et al.*, 2012; Chan *et al.*, 2013).

Keuntungan yang diperoleh dengan menggunakan pengering buatan yakni kondisi pengeringan terkontrol dan waktu pengeringan bisa lebih cepat dengan tidak bergantung oleh cuaca, sehingga menghasilkan produk yang berkualitas baik (Boniglia *et al.*, 2009; Asriyanti, 2013; Schaarschmidt, 2016). Ciri-ciri waktu pengeringan sudah berakhir apabila simplisia dapat dipatahkan dengan mudah dengan kadar air $\pm 8-10\%$. Kualitas simplisia dengan kadar air tersebut cukup baik untuk pengolahan lebih lanjut dan penyimpanan (Dhanalakshmi dan Bhattacharya, 2014; Borah *et al.*, 2015; Kusumaningrum *et al.*, 2015; Hmar *et al.*, 2017).

Teknologi pengeringan berbasis *machine vision* mampu memprediksi kadar air dari kunyit secara akurat dan presisi berdasarkan pemodelan pada proses pengeringan kunyit, sehingga dapat diterapkan di industri obat tradisional (Khazaei *et al.*, 2013; Khalili *et al.*, 2014; Nadian *et al.*, 2017; Xu, 2017). Tujuan Penelitian adalah mengetahui waktu terbaik pengeringan kunyit berbasis *machine vision* dengan menggunakan ANN, mengetahui perbedaan grafik ANN gambar yang memenuhi syarat kadar air standar pada proses pengeringan kunyit, mengetahui ANN terbaik dalam proses pengeringan kunyit.

BAHAN DAN METODE

Alat

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat perajang, baskom sebagai tempat bahan perlakuan, mesin pengering MI ITEM dan *web camera* 8 MPA sebagai pengambil data gambar, lampu Philips 5 watt dengan intensitas cahaya 186.54 lux, timbangan digital, laptop untuk menyimpan data gambar, oven Heraeus type T 5058. Adapun rangkaian keseluruhan alat yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 1.

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kunyit (*Curcuma domestica* Val.) dengan umur panen 12 bulan yang diperoleh dari wilayah kota Batu.

Metode

Penelitian dilaksanakan berbasis *machine vision* sebagai pengambilan data gambar menggunakan kamera web sebagai pengambil gambar dari kunyit. Selanjutnya gambar

di ekstrak nilai *red*, *gray*, *blue* (RGB) menggunakan software Visual Basic 6.0 (VB6), kemudian hasil data tersebut di analisa menggunakan metode ANN untuk mendapatkan hubungan antara gambar dan kadar air dari kunyit yang berupa model matematika yang akan menghasilkan grafik *training* ANN dan grafik validasi ANN. Proses pengeringan dilakukan pada suhu 70 °C, dimana pada suhu tersebut proses pengeringan terjadi optimal (Plotto, 2004; Prasad *et al.*, 2006; Hmar *et al.*, 2017).

Pengambilan data gambar saat pengeringan dilakukan 1 menit sekali. *Machine vision* akan mengambil foto dan menyimpannya ke dalam laptop. Penimbangan massa kunyit selama 1 menit sekali dilakukan untuk mengetahui kadar air kunyit, sehingga didapatkan hasil perubahan massa suatu bahan. Hasil tersebut kemudian di interpolasi dengan kadar air awal kunyit sebelum pengeringan dan sesudah pengeringan, yaitu kadar air awal dengan rata-rata 85.28% dan kadar air akhir dengan rata-rata 5.42%, serta variasi *learning rate* 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, dan 0.5 pada *momentum rate* yaitu 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, dan 0.9. Diagram alir proses kerja penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.

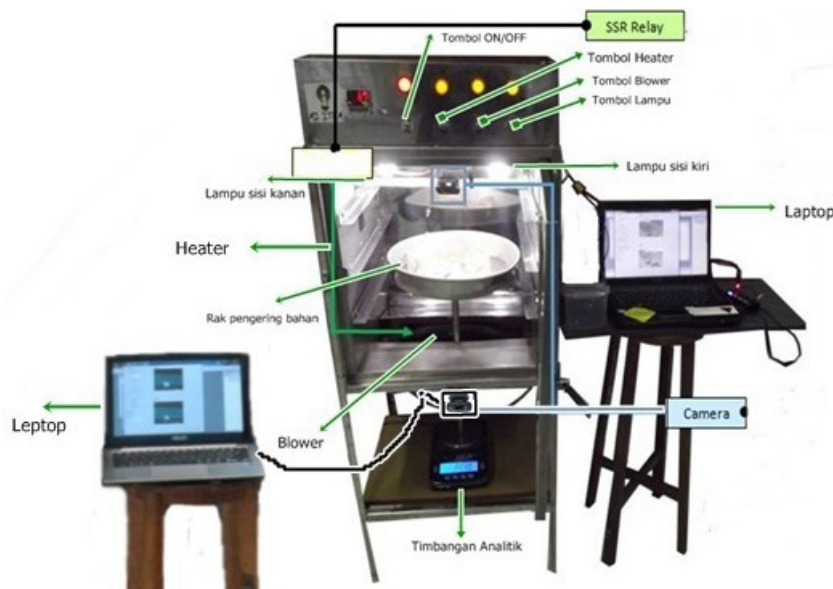
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hubungan Kadar Air Kunyit (*Curcuma domestica Val.*) Selama Proses Pengeringan

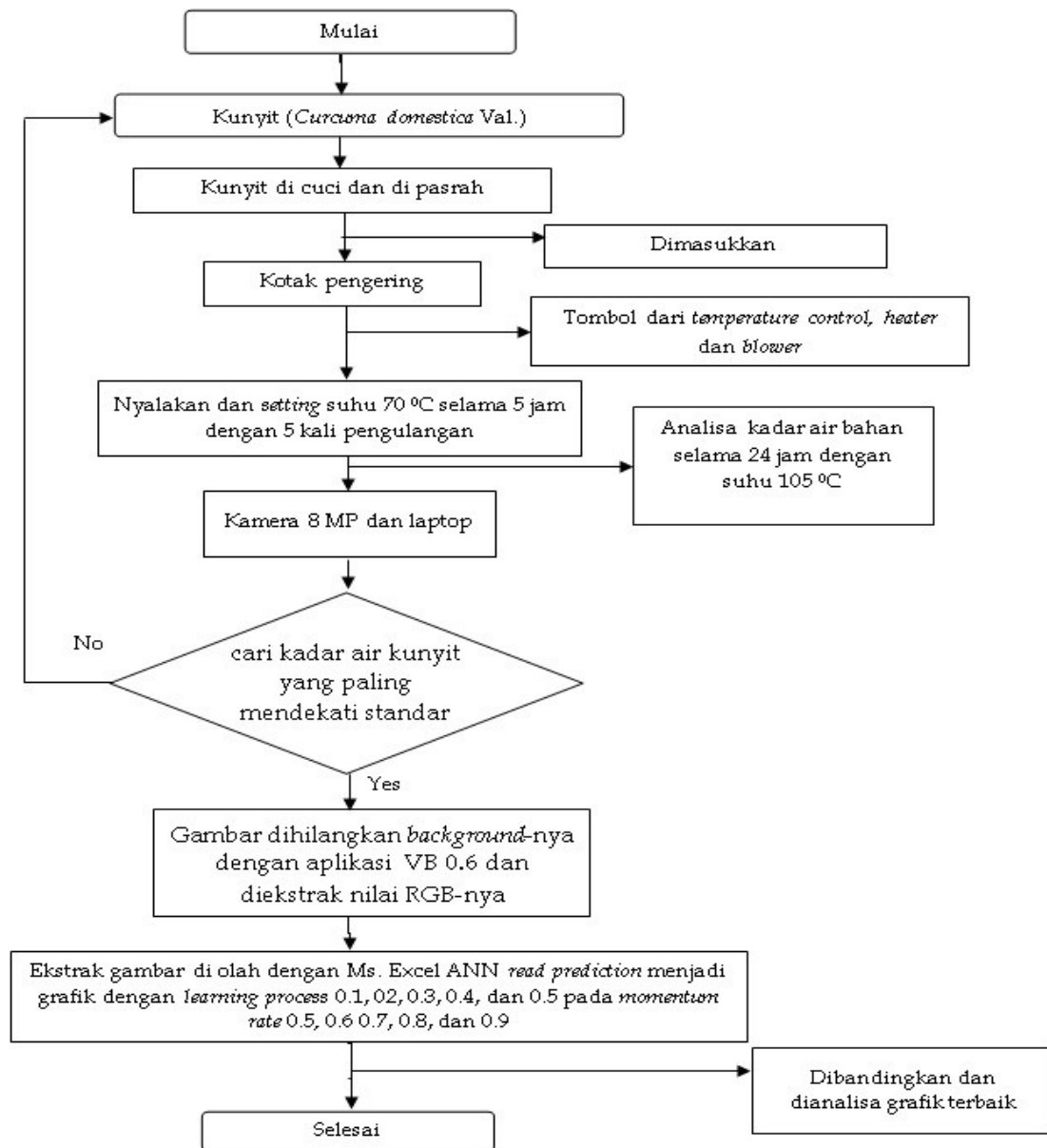
Proses pengeringan dalam penelitian ini dilakukan selama 5 jam dengan 5 kali ulangan. Analisa kadar air kunyit selama waktu pengeringan dilakukan dengan menggunakan metode analisa oven dengan perlakuan untuk kunyit sebelum pengeringan dan sesudah pengeringan, yang didapatkan dengan Persamaan 1.

$$\% \text{kadar air} = \frac{\text{berat awal} - \text{berat akhir}}{\text{berat awal}} \times 100\% \quad \dots(1)$$

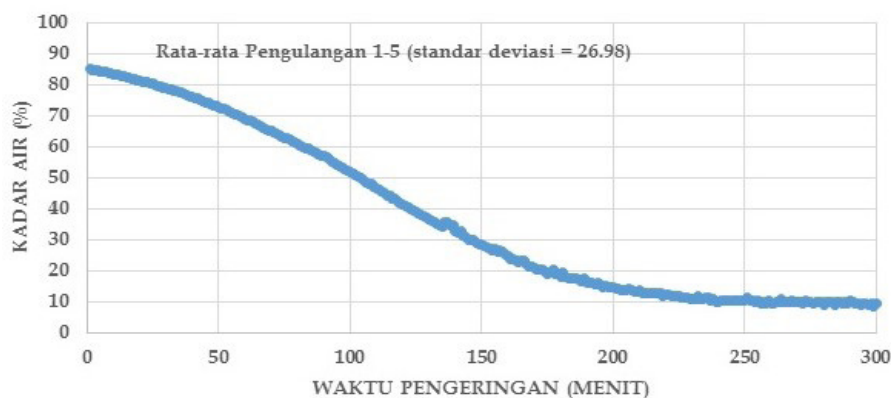
Hubungan kadar air kunyit dengan waktu pengeringan dapat dilihat pada Gambar 3. Berdasarkan grafik pada Gambar 3, dapat dilihat bahwa waktu terbaik untuk pengeringan kunyit adalah 5 jam, dengan kadar air 8-10%. Kadar air tersebut sudah mendekati nilai kadar air dalam SNI yaitu 5% (Kusumaningrum *et al.*, 2015).



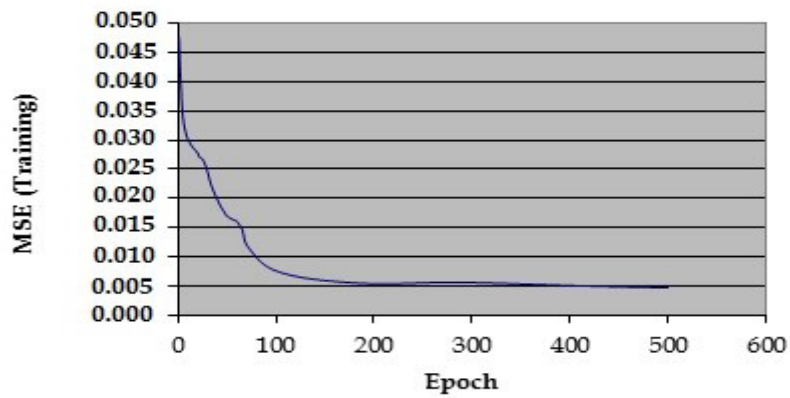
Gambar 1. Mesin pengering MI ITEM



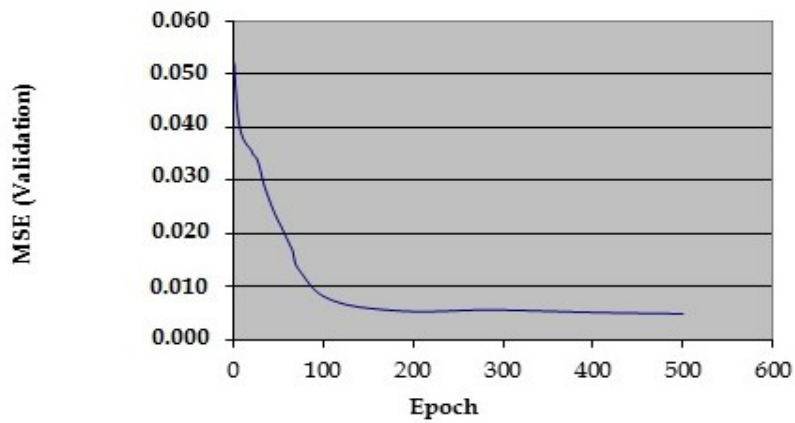
Gambar 2. Diagram alir proses kerja penelitian



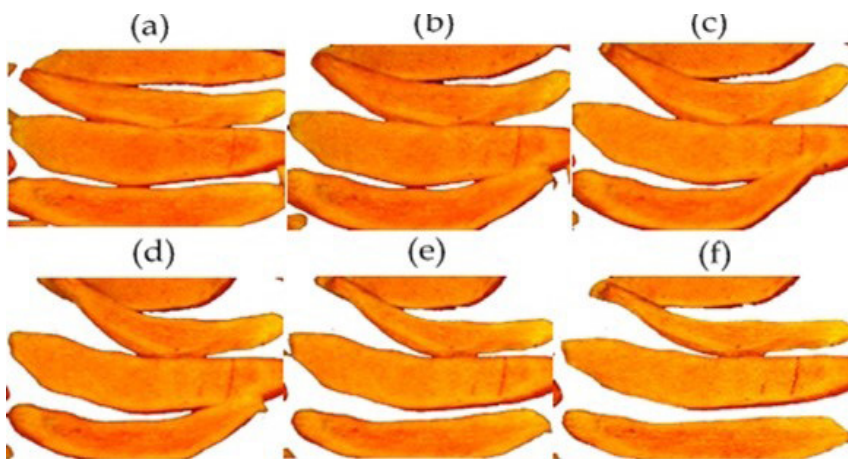
Gambar 3. Grafik hubungan kadar air kunyit dengan waktu pengeringan



Gambar 4. Grafik ANN dengan MSE (*training*) terbaik



Gambar 5. Grafik ANN MSE (*validasi*) terbaik



Gambar 6. Hasil Penampakan luaran pengeringan kunyit yang dipotong tipis 2 mm pada suhu 70 °C dengan lama waktu 0 menit (a), 10 menit (b), 20 menit (c), 30 menit (d), 40 menit (e), dan 50 menit (f)

Pembuatan Grafik ANN dengan Indeks Warna RGB

ANN didefinisikan sebagai suatu sistem pemrosesan informasi yang memiliki karakteristik menyerupai jaringan syaraf tiruan tercipta sebagai suatu generalisasi model matematis dari pemahaman manusia (*human cognition*) yang didasarkan atas asumsi sebagai berikut (Peschl 1993; Mason, 2003; Hermawan, 2006).

1. Pemrosesan informasi terjadi pada elemen sederhana yang disebut neuron
2. Isyarat mengalir di antara sel saraf/neuron

3. Setiap sambungan penghubung memiliki bobot yang bersesuaian

4. Setiap sel saraf akan merupakan fungsi aktivasi terhadap isyarat hasil penjumlahan berbobot yang masuk kepadanya untuk menentukan isyarat keluarannya

Cara untuk mendapatkan model ANN digunakan input RGB, yaitu model warna yang terdiri dari merah, hijau, dan biru, kemudian digabungkan dalam membentuk suatu susunan warna yang luas. Setiap warna dasar, misalnya merah, dapat diberi

Tabel 1. Data tabel *learning rate* dan *momentum rate* pada proses pembelajaran ANN

<i>Learning Rate</i>	<i>Momentum Rate</i>	<i>Training</i>		<i>Validasi</i>		<i>Hasil Grafik</i>	
		MSE	ARE	MSE	ARE	Baik	Jelek
0.1	0.5	0.006	31.54%	0.006	27.86%		✓
	0.6	0.006	30.72%	0.005	32.02%	✓	
	0.7	0.004	23.75%	0.005	29.38%		✓
	0.8	0.005	29.11%	0.005	35.21%		✓
	0.9	0.005	28.68%	0.010	35.57%	✓	
0.2	0.5	0.004	25.10%	0.005	21.92%	✓	
	0.6	0.004	27.39%	0.006	30.19%	✓	
	0.7	0.006	24.96%	0.006	29.06%		✓
	0.8	0.006	30.68%	0.005	30.92%		✓
	0.9	0.006	30.68%	0.005	30.92%		✓
0.3	0.5	0.004	30.55%	0.003	26.00%		✓
	0.6	0.004	25.95%	0.004	25.66%		✓
	0.7	0.004	27.56%	0.004	29.54%		✓
	0.8	0.004	25.39%	0.007	28.91%		✓
	0.9	0.005	24.59%	0.005	25.35%	✓	
0.4	0.5	0.005	26.95%	0.004	18.65%		✓
	0.6	0.005	27.11%	0.006	35.34%		✓
	0.7	0.005	25.01%	0.003	25.04%		✓
	0.8	0.005	26.13%	0.010	31.28%		✓
	0.9	0.005	29.28%	0.005	30.37%	✓	
0.5	0.5	0.005	27.19%	0.004	34.05%	✓	
	0.6	0.005	23.72%	0.007	21.21%		✓
	0.7	0.005	27.83%	0.004	28.29%		✓
	0.8	0.005	29.06%	0.005	27.36%		✓
	0.9	0.006	29.80%	0.005	26.33%	✓	

rentang nilai (Luc Buessler *et al.*, 2014; Teimouri *et al.*, 2014; Hayat *et al.*, 2016; Leon Roque *et al.*, 2016). Pada monitor komputer, nilai rentangnya paling kecil sebesar 0, dan paling besar senilai 255. Pilihan skala 255 ini didasarkan pada cara mengungkap 8 digit bilangan biner yang digunakan oleh mesin komputer. Dengan cara ini, akan diperoleh total warna campuran sebanyak $255 \times 255 \times 255 = 16581375$ jenis warna. Sebuah jenis warna, dapat dibayangkan sebagai sebuah vektor diruang 3 dimensi yang biasanya dipakai dalam matematika, koordinatnya dinyatakan dalam bentuk tiga bilangan, yaitu komponen x, komponen y dan komponen z. Misalnya sebuah vektor dituliskan sebagai $r = (x,y,z)$, untuk warna, komponen-komponen tersebut digantikan oleh komponen R (*Red*), G (*Green*), B (*Blue*), sehingga komposisi RGB menjadi warna (30, 75, 255), putih (255, 255, 255), dan hitam (0, 0, 0).

Jumlah data 1500 dengan waktu pengeringan terbaik yaitu 5 jam. Membangun model ANN *back propagation* diperlukan *momentum rate* dan *learning proses*. Pada grafik nilai *red*, *green*, *blue* didapatkan nilai yang mendominasi yaitu nilai *red*. Pembuatan grafik ini dengan memasukkan nilai data dikalikan input (data RGB) yaitu 1 sampai 1500, dan nilai y (*pixel*) mulai 0 sampai 255, *hidden layer* sebanyak 2 *hidden*, jumlah *node* 20, *output* (y) berupa *water content*. *Learning rate* adalah metode pengenalan pola dengan jaringan saraf tiruan yang dilatih dengan seperangkat data untuk bisa mengenali dan mengidentifikasi pola data atau kurva, sehingga *learning process* menjadi bagian penting dalam metode ini. Pemilihan algoritma dan parameter yang bersesuaian dan penentuan berapa banyak perangkat data yang dibutuhkan dalam *learning process* sangat penting untuk menentukan akurasi dari peramalan yang dihasilkan (Pratt *et al.*, 2008; Alfina, 2012; Bas *et al.*, 2016; Xu, 2016).

Momentum rate adalah perubahan bobot yang didasarkan pada arah gradien pola terakhir dan pola sebelumnya (Hameed *et al.*, 2016; Narayanan *et al.*, 2016). Pada pembangunan jaringan *backpropagation* yang akan digunakan dalam perkiraan, hasil keputusan yang kurang memuaskan dapat diperbaiki dengan menggunakan *learning rate* dan *momentum* secara *trial and error* untuk mendapatkan nilai bobot yang optimum agar MSE jaringan dapat diperbaiki (Kusuma, 2011). Pada penelitian

ini digunakan *learning rate* yaitu 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, dan 0.5, untuk *momentum rate* yaitu 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, dan 0.9. Data tabel *learning rate* dan *momentum rate* pada proses pembelajaran ANN dapat dilihat pada Tabel 1.

Hasil Grafik dari Momentum Rate dan Learning Rate Terbaik pada Model ANN

Berdasarkan grafik yang telah dibuat, didapatkan model ANN terbaik adalah dengan menggunakan *learning rate* 0.3 dan *momentum rate* 0.9. Pada 16 grafik terbaik MSE *training* dan validasi pada Gambar 4 dan Gambar 5, didapatkan dengan input *learning rate* dan *momentum rate*, yaitu kombinasi *learning rate* dan *momentum rate* yaitu 0.1 dan 0.6, 0.1, dan 0.9, 0.2 dan 0.5, 0.2, dan 0.6, 0.3, dan 0.9, 0.4 dan 0.9, 0.5 dan 0.5, 0.5 dan 0.9. Hasil grafik ANN terbaik ditunjukkan pada *learning rate* 0.3 dan *momentum rate* 0.9. Hal tersebut ditinjau dari sisi persentase nilai MSE 0.005 dengan ARE (%) *training* 24.59%, dan MSE 0.005 dengan ARE (%) validasi 25.35%, serta penentu yang paling terpenting adalah tingkat linieritas grafik yang dihasilkan oleh grafik MSE (*training*) dan grafik MSE (validasi) sebagai pembuatan model terbaik ANN. Pada penelitian ini belum dilakukan validasi terhadap model yang dihasilkan.

Hasil grafik ANN dengan indeks warna RGB dengan kadar air pada jumlah data 1500 dan waktu pengeringan terbaik yaitu 5 jam, dapat digunakan untuk membangun model ANN *backpropagation* dengan menggunakan *momentum rate* dan *learning process*, sehingga hasil penampakan dari pengeringan dapat dilihat pada Gambar 6.

SIMPULAN

Kadar air pada pengeringan kunyit (*Curcuma domestica Val.*) dengan suhu 70 °C selama 5 jam didapatkan hasil kadar air 5%. Hal ini sudah sesuai dengan standar pengeringan kunyit sebesar 8–10%. Pembuatan model ANN dilakukan dengan mengkombinasikan data *input* dengan *learning rate* 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, dan 0.5 pada *momentum rate* 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, dan 0.9. Hasil grafik ANN terbaik ditunjukkan pada *learning rate* 0.3 dan *momentum rate* 0.9. ARE (%) dan dicari MSE dengan nilai *error* paling rendah karena menunjukkan hasil grafik ANN terbaik ditinjau dari sisi persentase nilai ARE *training*

24.59% dengan MSE 0.005, dan ARE (%) validasi 25.35% dengan MSE 0.005. Model yang dibuat dapat disempurnakan dengan pemberian kombinasi *learning rate* dan *momentum rate* yang lengkap.

DAFTAR PUSTAKA

- Adawyah, R. 2008. *Pengolahan dan Pengawetan Ikan*. Bumi Aksara, Jakarta
- Alfina, O. 2012. Analisis Perbandingan *Neural Network Backpropagation* dengan *Simple Perceptron* dalam Mengenali *Image Daun*. Tesis. USU, Sumatera Utara
- Asghari, G, A, Mostajeran, A, Shebli, M. 2009. Curcuminoid and essential oil components of turmeric at different stages of growth cultivated. *Research in Pharmaceutical Sciences*. 4(1):55-61
- Asriyanti. 2013. Mempelajari Pembuatan Bumbu Inti Kunyit (*Curcuma Domestica Val*) Bubuk. Skripsi. Unhas. Sulawesi Selatan
- Bas, E, Uslu, V, R, Egrioglu, E. 2016. Robust learning algorithm for multiplicative neuron model artificial neural networks. *Expert Systems with Applications*. 56:80-88
- Boniglia, C, Aureli, P, Bortolin, E, Onori, S. 2009. Verification of imported food upon import for radiation processing: Dried herbs, including herbs used in food supplements, and spices by PSL and TL. *Radiation Physics and Chemistry*. 78:679-681
- Borah, A, Hazarika, Khayer, S, M. 2015. Drying kinetics of whole and sliced turmeric rhizomes (*Curcuma longa L.*) in a solar conduction dryer. *Information Processing in Agriculture*. 2(2):85-92
- Box, H. 1989. Developments in the spices trade: a Review. *British Food Journal*. 91(6):15-18
- Chan, E, W, C, Lye, P, Y, Eng, S, Y, Tan, Y, P. 2013. Antioxidant properties of herbs with enhancement effects of drying treatments: a synopsis. *Free Radicals and Antioxidants*. 3(1):2-6
- Dhanalakshmi, K, Bhattacharya, S. 2014. Agglomeration of turmeric powder and its effect on physico-chemical and microstructural characteristics. *Journal of Food Engineering*. 120:124-134
- Fadilah, Distantina, S, Pratiwi, D, B, Mulia-pakarti, R, Danarto, Y, C, Wiratni, Fahrurrozi, M. 2010. Pengaruh metode pengeringan terhadap kecepatan pengeringan dan kualitas karagenan dari rumput laut *Eucheuma cottonii*. *Prosiding Seminar Rekayasa Kimia dan Proses*, Universitas Diponegoro, Semarang, pp. 1-6
- Hameed, A, A, Karlik, B, Salman, M, S. 2016. Back-propagation algorithm with variable adaptive momentum. *Knowledge-Based Systems*. 114:79-87
- Harsha, M, R, Prakash, S, V, C, Dharmesh, S, M. 2016. Modified pectic polysaccharide from turmeric (*Curcuma longa*): A potent dietary component against gastric ulcer. *Carbohydrate Polymers*. 138:143-155
- Hayat, M, Bennamoun, M, El-Salam, A, A. 2016. An RGB-D based image set classification for robust face recognition from Kinect data. *Neurocomputing*. 171:889-900
- Hee Kim, J, Jeong Yang, H, Jae Kim, Y, Park, S, Hee Lee, O, Kim, K, S, Kim, M, J. 2016. Korean turmeric is effective for dyslipidemia in human intervention study. *Journal of Ethnic Foods*. 3(3):213-221
- Hermawan, A. 2006. Jaringan Syaraf Tiruan. Penerbit Andi, Yogyakarta
- Hmar, B, Z, Kalita, D, Srivastava, B. 2017. Optimization of microwave power and curing time of turmeric rhizome (*Curcuma Longa L.*) based on textural degradation. *LWT-Food Science and Technology*. 76:48-56
- Khalili, K, Bagherian, M, Khisheh, S. 2014. Numerical Simulation of Drying Ceramic Using Finite Element and Machine Vision. *Procedia Technology*. 12:388-393
- Khazaei, N, B, Tavakoli, T, Ghassemian, H, Khoshtaghaza, M, H, Banakar, A. 2013. Applied machine vision and artificial neural network for modeling and controlling of the grape drying process. *Computers and Electronics in Agriculture*. 98:205-213
- Kusuma, I, W, Abadi, A, M. 2011. Aplikasi model *backpropagation neural network* untuk perkiraan produksi tebu pada pt perkebunan nusantara IX. *Prosiding Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika*, UNY, Yogyakarta, pp. 97-108

- Kusumaningrum, H, P, Kusdiyantini, E, Pujiyanto, S. 2015. Kualitas simplisia tanaman biofarmaka *Curcuma domestica* setelah proses pemanasan pada suhu dan waktu bervariasi. *Bioma*. 17(1):27-33
- Lee Yue, G, G, Kwok, H, F, Ming Lee, J, K, Jiang, L, Wai Wong, E, C, Gao, S, Lok Wong, H, Li, L, Man Chan, K, Chung Leung, P, Pui Fung, K. 2016. Combined therapy using bevacizumab and turmeric ethanolic extract (with absorbable curcumin) exhibited beneficial efficacy in colon cancer mice. *Pharmacological Research*. 111:43-57
- Leon Roque, N, Abderrahim, M, Nunez Alejos, L, Arribas, S, M, Condezohoyos, L. 2016. Prediction of fermentation index of cocoa beans (*Theobroma cacao* L.) based on color measurement and artificial neural networks. *Talanta*. 161:31-39
- Lorentzen, G, Breiland, M, S, W, Ostli, J, Wang Andersen, J, Olsen, R, L. 2015. Growth of halophilic microorganisms and histamine content in dried salt-cured cod (*Gadus morhua* L.) stored at elevated temperature. *LWT-Food Science and Technology*. 60(1):598-602
- Luc Buessler, J, Smagghe, P, Phillippe Urban, J. 2014. Image receptive fields for artificial neural networks. *Neurocomputing*. 144:258-270
- Man, S, Chai, H, Qiu, P, Liu, Z, Fan, W, Wang, J, Gao, W. 2015. Turmeric enhancing anti-tumor effect of Rhizoma paridis saponins by influencing their metabolic profiling in tumors of H22 hepatocarcinoma mice. *Pathology-Research and Practice*. 211(12):948-954
- Mason, R, O. 2003. Ethical issues in artificial intelligence. *Encyclopedia of Information Systems*. 239-258
- Morgan, C, A, Herman, N, White, P, A, Veseey, G. 2006. Preservation of microorganisms by drying; a review. *Journal of Microbiological Methods*. 66(2):183-193
- Nadian, M, H, Abbaspour-Fard, M, H, Martynenko, A, Golzarian, M, R. 2017. An intelligent integrated control of hybrid hot air-infrared dryer based on fuzzy logic and computer vision system. *Computers and Electronics in Agriculture*. 137:138-149
- Narayanan, S, J, Bhatt, R, B, Perumal, B. 2016. Improving the accuracy of fuzzy decision tree by direct back propagation with adaptive learning rate and momentum factor for user localization. *Procedia Computer Science*. 89:506-513
- Peschl, M, F. 1993. Knowledge representation in cognitive systems and science: In search of a new foundation for philosophy of science from a neurocomputational and evolutionary perspective of cognition. *Journal of Social and Evolutionary Systems*. 16(2):181-213
- Plotto, A. 2004. Turmeric : post - production Management. Dilihat 7 Februari 2017. <<http://www.fao.org/3/a-ax446e.pdf>>
- Prasad, J, Vijay, V, K, Tiwari, G, N, Sorayan, V, P, S. 2006. Study on performance evaluation of hybrid drier for turmeric (*Curcuma longa* L.) drying at village scale. *Journal of Food Engineering*. 75(4):497-502
- Pratt, M, A, Konda, S, Chu, C, H, H. 2008. Texture-based image steganalysis by artificial neural networks. *International Journal of Intelligent Computing and Cybernetics*. 1(4):549-562
- Rahayu, H, D, I. 2010. Pengaruh Pelarut Yang Digunakan Terhadap Optimasi Ekstraksi Curcumin pada Kunyit (*Curcuma Domestica* Val.). Skripsi. UMS. Surakarta
- Sangwan, A, Kawatra, A, Sehgal, S. 2012. Nutrient composition of mint powder prepared from various drying methods. *Nutrition & Food Science*. 42(1):21-25
- Schaarschmidt, S. 2016. Public and private standards for dried culinary herbs and spices – part I: standards defining the physical and chemical product quality and safety. *Food Control*. 70:339-349
- Shin, H, S, See, H, J, Jung, S, Y, Choi, D, W, Kwon, D, A, Bae, M, J, Sung, K, S, Shon, D, H. 2015. *Journal of Ethnopharmacology*. 175:21-29
- Siallagan, B. 2009. Kajian Proses Pengeringan Kemoreaksi Jahe Dengan Kapur Api (CaO). Skripsi. USU, Sumatera Utara
- Syukur, C. 2010. Turina, varietas unggul kunyit kurkumin tinggi. Dilihat 6 Februari 2016. <<http://pustaka.litbang.pertanian.go.id/inovasi/kl10111.pdf>>
- Teimouri, N, Omid, M, Mollazade, K, Rajabipour, A. 2014. A novel artificial neural networks assisted segmentation algorithm for discriminating almond nut

- and shell from background and shadow. *Computers and Electronics in Agriculture*. 105:34-43
- Trujillo, J, Chirino, Y, I, Moliána-Jijón, E, Anderica-Romero, A C, Tapia, E T, Pedraza-Chaverri, J. 2013. Renoprotective effect of the antioxidant curcumin: recent findings. *Redox Biology*. 1(1):448-456
- WWF. 2009. Hutan indonesia: penyerap atau pelepas emisi gas rumah kaca?. Dilihat 20 Januari 2017. <http://d2d2tb-15kqhejt.cloudfront.net/downloads/lembar_fakta_deforestasi_tanpa_foto.pdf>
- Xie, Y, Gao, Z, Liu, Y, Xiao, H. 2017. Pulsed vacuum drying of rhizoma dioscoreae slices. *LWT-Food Science and Technology*. 80:237-249
- Xu, J, L, Sun, D, W. 2017. Identification of freezer burn on frozen salmon surface using hyperspectral imaging and computer vision combined with machine learning algorithm. *International Journal of Refrigeration*. 74:151-164
- Xu, Y, Y. 2016. Multiple-instance learning based decision neural networks for image retrieval and classification. *Neurocomputing*. 171:826-836
- Yao, Y. 2016. Enhancement of mass transfer by ultrasound: Application to adsorbent regeneration and food drying/dehydration. *Ultrasonics Sonochemistry*. 31:512-531