

Jaringan Saraf *Radial Basis Probabilistic* Untuk Identifikasi Morfologi Benih Padi Rawa Kalimantan Selatan

Radial Basis Probabilistic Neural Networks for Swamp Rice Seed Morphology Identification in South Kalimantan

ONI SOESANTO^{1*}, AKHMAD YUSUF¹, DINDIN H. MURSYIDIN², M. SYAHID PEBRIADI³

Abstrak

Machine vision berbasis jaringan saraf tiruan dan pemrosesan gambar digital merupakan metode alternatif yang dapat dilakukan untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi keragaman varietas padi. Berbeda dengan metode pengamatan langsung yang memiliki tingkat subjektivitas tinggi dan metode kimiawi (PCR) yang bersifat destruktif dan mahal, *machine vision* berbasis jaringan saraf tiruan menawarkan sistem identifikasi dan evaluasi secara cepat, praktis, murah, akurat, serta bersifat non-destruktif. Paper ini membahas *machine vision* berbasis jaringan saraf tiruan sebagai teknologi alternatif untuk identifikasi varietas padi rawa Kalimantan Selatan berdasarkan ciri morfologinya, yaitu *area*, *perimeter*, *major axis*, *minor axis*, *circularity*, *aspect ratio*, *roundness*, dan *feret* untuk setiap sampel benih padi. Dalam paper ini, sistem identifikasi varietas benih padi menggunakan jaringan saraf *radial basis probabilistic* dengan optimalisasi bobot *hidden center* menggunakan algoritme *orthogonal least square*. Dari proses *learning* dihasilkan performa pelatihan sebesar 88.32% dan performa pengujian sebesar 88.21% dengan tingkat keberhasilan pada proses pelatihan dari masing-masing varietas bayar papuyu, bayar putih, benih kuning, benih putih, ketan, siam gadis, siam unus, dan karan dukuh masing-masing sebesar 100%, 92.59%, 88.89%, 92.59%, 92.59%, 81.48%, 100.00%, dan 100.00%. Untuk proses pengujian, tingkat keberhasilan masing-masing varietas ialah 100.00%, 87.50%, 88.89%, 100.00%, 88.89%, 88.89%, 100.00%, dan 100.00%.

Kata Kunci: benih padi, *machine vision*, morfologi, RBP-OLS

Abstract

Machine vision-based on neural network and digital image processing is an alternative method that can used to identify and evaluate the diversity of rice varieties. In contrast to the direct observation method which has a high degree of subjectivity and chemical methods (i.e. PCR) which is destructive and expensive, machine vision-based neural network identification and evaluation system offers quick, practical, inexpensive, accurate, and non-destructive approach. This paper discusses machine vision-based on neural network as an alternative technology for the identification of South Kalimantan swamp rice varieties based on morphologic characteristics, i.e. the area, perimeter, major axis, minor axis, circularity, aspect ratio, roundness, and feret for each rice seed samples. In this paper, rice seed varieties are identified using radial basis probabilistic neural network with hidden weight optimization algorithm centers using orthogonal least squares. The learning process gives performance of 88.32% training and testing performance of 88.21% with a success rate in the training process of each variety bayar papuyu, bayar putih, benih kuning, benih putih, ketan, siam gadis, siam unus, and karan dukuh each -masing of 100%, 92.59%, 88.89%, 92.59%, 92.59%, 81.48%, 100.00% and 100.00%. For the testing process, the success rate of each variety is 100.00%, 87.50%, 88.89%, 100.00%, 88.89%, 88.89%, 100.00% and 100.00%.

Keywords: machine vision, morphology, RBP-OLS, rice seed

¹Departemen Matematika FMIPA Universitas Lambung Mangkurat

²Departemen Biologi FMIPA Universitas Lambung Mangkurat

³Mahasiswa Program Studi Ilmu Komputer FMIPA Universitas Lambung Mangkurat

*Penulis Korespondensi: Tel: 081348424284; Surel: oni.soesanto@gmail.com

PENDAHULUAN

Koleksi benih padi (*Oriza sativa* L.) di seluruh dunia termasuk Indonesia merupakan sumber daya genetik esensial dalam program ketahanan pangan. Hal ini terjadi karena padi merupakan tanaman pangan terpopuler yang menjadi bahan makanan pokok bagi lebih dari setengah penduduk dunia (Zeng *et al.* 2010). Di samping itu, koleksi benih padi yang ada merupakan modal dasar yang sangat berharga dalam program pemuliaan dan pelestarian plasma nutfah. Lestari (2009), menyatakan bahwa sampai saat ini tidak kurang dari 400 ribu varietas padi disimpan sebagai koleksi plasma nutfah di seluruh dunia dan lebih dari 4000 varietas padi tersimpan di bank gen Balai Besar Biogen, Departemen Pertanian Republik Indonesia.

Identifikasi dan evaluasi terhadap koleksi plasma nutfah padi terutama di Indonesia merupakan kegiatan yang sangat penting dilakukan. Menurut Herrera *et al.* (2008), kegiatan identifikasi dan evaluasi terhadap koleksi dan keragaman genetik varietas padi merupakan kunci sukses program pemuliaan dan pelestarian plasma nutfah. Di sisi lain, ukuran dan bentuk padi yang meliputi warna, tekstur, dan kandungan air merupakan indikator penting untuk menentukan kualitas benih padi. Oleh karena itu, labelisasi berbagai varietas padi yang ada merupakan faktor penting yang dapat menentukan kualitas rasa nasi dan mutu tanak, karakteristik genetik dan agronomi, serta nilai komersial dari benih tersebut.

Akan tetapi, identifikasi dan evaluasi terhadap koleksi atau ragam varietas padi merupakan kegiatan yang sangat kompleks dan relatif sulit dilakukan (Guzman and Peralta 2008). Hal ini dikarenakan sistem identifikasi varietas padi umumnya hanya didasarkan pada pengamatan secara langsung terhadap karakter morfologi dan agronomi (hasil panen), serta metode kimiawi yang memiliki banyak kelemahan dan keterbatasan. Sebagai contoh, pengamatan langsung terhadap karakter morfologi dan agronomi (hasil panen) memiliki tingkat akurasi yang rendah dan memerlukan waktu yang relatif lama. Sementara itu, metode kimiawi memerlukan biaya yang mahal dan jumlah sampel yang relatif banyak, serta bersifat destruktif (Liu *et al.* 2005).

Machine vision berbasis jaringan saraf tiruan dan pemrosesan gambar digital merupakan metode alternatif yang dapat dilakukan untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi keragaman varietas padi. Teknologi ini menawarkan sistem identifikasi dan evaluasi secara cepat, praktis, murah, akurat, serta bersifat non-destruktif. *Machine vision* berbasis jaringan saraf tiruan dan teknologi pemrosesan gambar digital telah diaplikasikan untuk identifikasi dan evaluasi keragaman genetik beberapa tanaman sereal, termasuk padi. Guzman and Peralta (2008) memperlihatkan bahwa sistem identifikasi menggunakan *multi-layer perceptron* mampu mengklasifikasi ragam varietas padi yang ada di Filipina dengan akurasi sebesar 70 persen. Liu *et al.* (2005) menggunakan *backpropagation* dengan akurasi sebesar 74-95%.

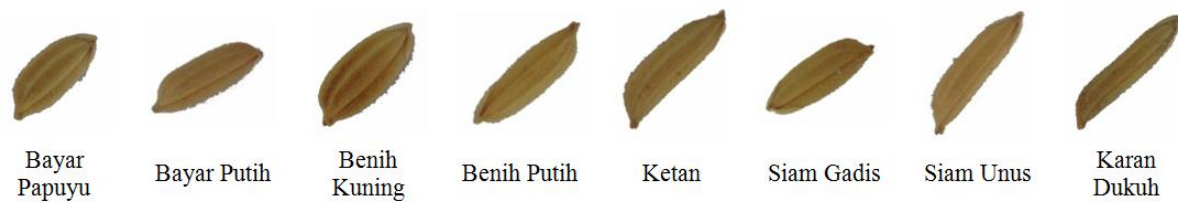
Teknik ini juga mempunyai keuntungan dan keunggulan untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi keragaman varietas terutama sebagai basis data pendukung upaya pemuliaan dan pelestarian plasma nutfah padi yang ada di Indonesia, pembentukan *core collection* plasma nutfah padi di Indonesia, serta penguatan basis industri benih padi di Indonesia. Tulisan ini membahas *machine vision* berbasis jaringan saraf tiruan sebagai teknologi alternatif untuk identifikasi varietas padi rawa Kalimantan Selatan berdasarkan ciri morfologinya, yaitu *area*, *perimeter*, *major axis*, *minor axis*, *circularity*, *aspect ratio*, *roundness*, dan *feret* untuk setiap sampel benih padi. Sistem identifikasi menggunakan jaringan saraf *radial basis probabilistic* dengan optimalisasi bobot *hidden center* menggunakan *orthogonal least square algorithm*.

METODE

Akuisisi Citra dan Sistem Pemroses Citra

Citra digital diakuisisi menggunakan kamera digital Sony Cyber-shot Carl Zeiss 12.1 MP dengan citra digital benih padi untuk 8 varietas (Gambar 1). Citra berukuran 480x480 piksel. Jarak lensa kamera dengan objek diatur sejauh 10 cm. Pencahayaan menggunakan 2 buah lampu Philips 8 watt. Sistem pemroses citra dibangun menggunakan Java-NetBeans 7.3.1, Java

Development Kit Versi 7, basis data MySQL, dan XAMPP. Masukan sistem berupa citra digital benih padi dengan format JPEG dengan proses pengolahan citra meliputi ekualisasi histogram, pengubahan ke citra keabuan, segmentasi citra, serta binerisasi.

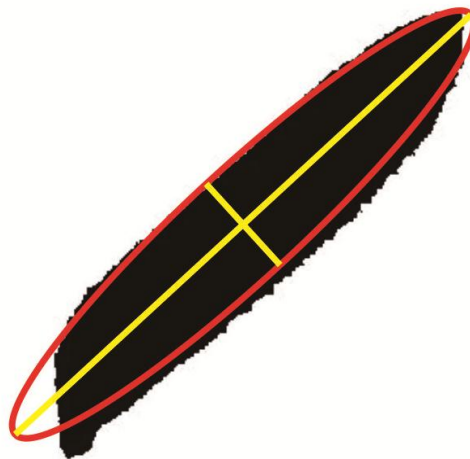


Gambar 1 Benih dari 8 varietas padi rawa yang digunakan dalam penelitian

Ekstraksi Fitur Morfologi

Analisis bentuk digunakan untuk mengekstraksi ciri setiap sampel benih padi. Ciri yang diekstraksi meliputi *area*, *perimeter*, *shape factor*, dan *roundness*. *Area* dan *perimeter* dihitung menggunakan metode kode rantai (*chain code*) yang sering digunakan untuk mendeskripsikan atau mengkodekan bentuk (kontur) suatu objek. Pembentukan kode rantai dimulai dengan menentukan piksel pertama dari objek. Berdasarkan piksel tersebut, kode rantai objek dibentuk dengan mengikuti aturan kode rantai. Berdasarkan kode rantainya, analisis terhadap suatu objek dapat dilakukan dengan menghitung *area*, *perimeter*, dan *shape factor*.

Kontur suatu objek, selain menggunakan kode rantai untuk, juga dapat dideskripsikan menggunakan metode *region properties* dengan pendekatan bentuk elips (Gambar 2). Setiap objek memiliki *major axis length* dan *minor axis length*. Nilai *major axis length* adalah jarak terjauh antara *centroid* dengan koordinat *pixel* terluar. Sementara itu, *minor axis length* adalah jarak antara *centroid* dengan koordinat *pixel* terdekat (Soemantri 2010).

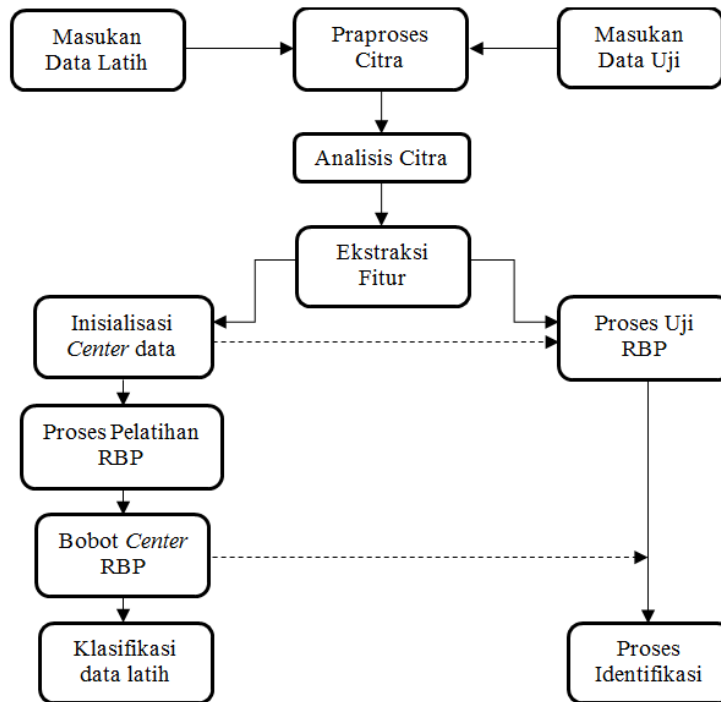


Gambar 2 Representasi *region* dengan bentuk elips

Jaringan Syaraf Tiruan *Radial Basis Probabilistic*

Proses identifikasi (Gambar 3) dilakukan menggunakan jaringan saraf tiruan RBP. RBP merupakan penggabungan model *radial basis function* (RBF) dan *probabilistic neural network* (PNN) berdasarkan keunggulan masing-masing dari dua model tersebut. RBF melibatkan dimensi tinggi pada lapisan tersembunyi dan neuron tersembunyi yang tak linier. Akan tetapi, metode ini memiliki struktur yang rumit. Di lain pihak, PNN mempunyai kemampuan klasifikasi yang secara langsung bisa dicapai tanpa melatih vektor bobot. Akan tetapi, PNN tidak mempertimbangkan lingkungan dan tumpang tindih antara vektor-vektor data latih dari kategori yang berbeda sehingga berakibat bias. Selain itu, PNN menggunakan semua vektor data latih sebagai *center* pada lapisan tersembunyi yang menjadi sangat rumit saat PNN diterapkan pada data latih berukuran besar sehingga performanya menjadi lambat. Untungnya,

kelemahan PNN ini bisa diatasi oleh RBF dengan menyelesaikan permasalahan pertama pada PNN dan mengoptimalkan permasalahan kedua (Huang dan Du 2008).



Gambar 3 Diagram proses identifikasi

Penentuan *center* RBF-PNN mengikuti model pemilihan *center* pada PNN, yaitu dengan menggunakan semua data latih sebagai *center*. Penentuan *center* dengan metode ini tentunya tidak efisien dan mengurangi tingkat kemampuan jaringan. Beberapa metode optimalisasi bobot *center* dan penyederhanaan arsitektur jaringan saraf yang telah dikembangkan adalah algoritme OLS (Huang *et al.* 2005), *recursive orthogonal least square* (ROLS) (Huang dan Du 2008), dan *gradient descent* (Hasanudin dan Irawan 2009).

Secara matematis, RBP dengan vektor masukan x akan menghasilkan nilai aktual untuk neuron keluaran ke- i y_i^α yang dinyatakan sebagai persamaan 1 (Huang dan Du 2008).

$$y_i^\alpha = \sum_{k=1}^M w_{ik} h_k(x) \tag{1}$$

Dengan

$$h_k(x) = \sum_{i=1}^{nk} \varphi_i(x, c_{ki}) = \sum_{i=1}^{nk} \varphi_i(\|x - c_{ki}\|_2), k = 1, 2, \dots, M \tag{2}$$

Metode penentuan inisialisasi *center* untuk RBF dapat juga dilakukan pada RBP. Salah satu metode yang digunakan untuk menentukan inisialisasi *center* RBF ialah dengan menggunakan teknik *clustering*. Misalkan terdapat sampel pelatihan sebanyak N , matriks keluaran jaringan RBP $Y \in R^{nr \times m}$ dapat dituliskan $[Y(1), Y(2), \dots, Y(N)]^T \in R^{nr \times m}$ atau $Y = [Y(t-1) y(t)]^T$. Matriks keluaran pada lapisan tersembunyi kedua $H \in R^{nr \times m}$ dapat dituliskan seperti pada persamaan 3:

$$H(t) = [h_1(i), h_2(i), \dots, h_m(i)]^T \in R^{nr \times m} \text{ atau } h_j(i) = \sum_{k=1}^{ck} \varphi_{jk}(i), j = 1, 2, \dots, m, i = 1, 2, \dots, N \tag{3}$$

Bobot $W \in \mathbb{R}^{mr \times m}$ dapat dituliskan $[w(1), w(2), \dots, w(m)] \in \mathbb{R}^{mr \times m}$. Keluaran yang diinginkan pada lapisan tersembunyi kedua dapat ditulis sebagai

$$Y(i) = [y_1(i); y_2(i), \dots, y_m(i)]^T, \quad i = 1, 2, \dots, N \quad (4)$$

H mengacu pada fungsi kernel ϕ_{jk} ke- k yang berhubungan dengan kelas ke- j pada lapisan tersembunyi pertama, dan $y_j(i)$ ke keluaran ke- j yang diinginkan berhubungan dengan sampel latihan ke- i .

Secara umum, bobot keluaran pada jaringan *feedforward* didasarkan pada fungsi biaya galat atau mengacu pada fungsi targetnya, yaitu fungsi pada struktur jaringan dan bobot. Untuk RBP, galat pada fungsi biaya didefinisikan pada persamaan 5 (Huang *et al.* 2005).

$$J(W) = \|Y - HW\|_F^2 \quad (5)$$

$\|\cdot\|_F^2$ adalah norm *Frobenius*, Y matriks keluaran, H matriks keluaran pada lapisan tersembunyi, dan W adalah matriks bobot antara lapisan tersembunyi dan lapisan keluaran.

Dengan menggunakan dekomposisi ortogonal, matriks H pada persamaan (5) merupakan matriks berukuran $M \times N$ dengan vektor kolom bebas linier, Q adalah matriks ortogonal berukuran $N \times N$ yang memenuhi $Q \times Q^T = Q^T \times Q = I$, R adalah matriks segitiga atas berukuran $M \times M$. Karena Q matriks orthogonal, diperoleh

$$Y = Q \begin{bmatrix} \hat{Y} \\ \tilde{Y} \end{bmatrix} \quad (4)$$

Berdasarkan transformasi ortogonal, diperoleh fungsi biaya sebagai berikut

$$J(W) = \|\hat{Y} - HW\|_F^2 + \|\tilde{Y}\|_F^2 \quad (5)$$

Selanjutnya, bobot $W = R^{-1}\hat{Y}$ diperoleh dengan meminimumkan fungsi galat $J(W)$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah benih padi 8 varietas lokal Kalimantan Selatan yang diambil dari Balittra (Balai Penelitian Lahan Rawa), yaitu bayar papuyu, bayar putih, benih kuning, benih putih, ketan, siam gadis, siam unus, dan karan dukuh (Balittra 2011). Sebanyak 7 ciri sampel citra digital diekstraksi, meliputi *area*, *perimeter*, *major axis*, *minor axis*, *circularity*, *aspect ratio*, *roundness*, dan *feret*. Citra digital yang dijadikan data uji coba terdiri atas 288 data. Sebanyak 216 citra digunakan sebagai data latih dan 72 citra sebagai data uji. Tabel 1 menampilkan hasil proses ekstraksi fitur setiap citra benih. Proses ekstraksi dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak yang disajikan pada Gambar 3.

Jaringan RBP terdiri atas 4 lapisan. Lapisan tersembunyi pertama merupakan proses non linear untuk *center* terpilih dari data latih. Lapisan tersembunyi kedua merupakan jumlah dari keluaran lapisan tersembunyi pertama. Penentuan *center c* berukuran $n \times r$ dilakukan secara acak dan target cluster T berukuran $m \times 1$ dan dijadikan inialisasi masukan untuk RBP.

Untuk mengetahui performa pembelajaran pada jaringan saraf RBP-OLS, perhitungan dan simulasi pada proses klasifikasi data simulasi dilakukan. Performa hasil klasifikasi pada RBP-OLS dihitung dengan membandingkan banyaknya kesesuaian setiap data terhadap target masukan. Pada proses pengujian, jarak ϕ pada vektor masukan untuk pengujian dihitung guna mendapatkan matriks H pada persamaan (5). Selanjutnya, matriks H digunakan untuk mencari

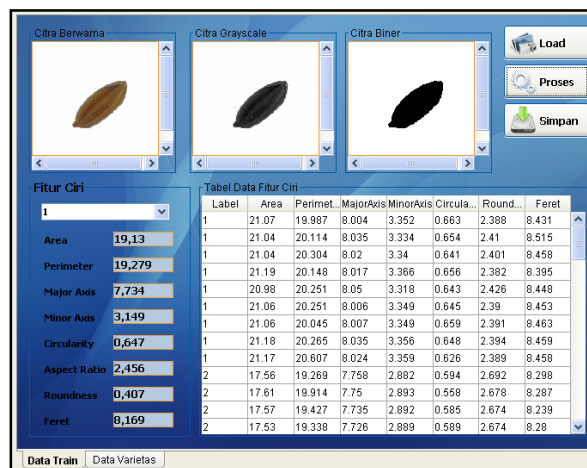
keluaran Y dengan menggunakan bobot W yang telah diperoleh pada proses pelatihan dari persamaan (5).

Tabel 1 Ekstraksi fitur morfologi

No	Varietas	Area	Perimeter	Major Axis	Minor Axis	Circularity	Aspect Ratio	Roundness	Feret
1	Bayar Papuyu	21.088	20.219	8.022	3.347	0.648	2.397	0.417	8.453
2	Bayar Putih	17.644	19.525	7.753	2.898	0.582	2.676	0.374	8.288
3	Benih Kuning	23.853	21.508	8.430	3.603	0.648	2.340	0.427	8.972
4	Benih Putih	22.066	22.307	8.883	3.163	0.557	2.808	0.356	9.409
5	Ketan	19.354	22.288	9.337	2.639	0.490	3.537	0.283	9.704
6	Siam Gadis	17.637	19.609	7.765	2.892	0.577	2.685	0.372	8.175
7	Siam Unus	17.412	19.987	8.250	2.687	0.548	3.070	0.326	8.658
8	Karan Dukuh	19.050	24.015	10.120	2.397	0.416	4.222	0.237	10.433

Tabel 2 Performa proses pelatihan dan pengujian

Hidden Center	Performa		CPU time		Hidden Center	Performa		CPU time	
	Latih (%)	Uji (%)	Latih (%)	Uji (%)		Latih (%)	Uji (%)	Latih (%)	Uji (%)
8	57.6923	54.8387	0.0312	0.0156	120	92.3077	96.7742	0.1404	0.0312
16	58.9744	51.6129	0.0156	0.0156	128	92.3077	90.3226	0.1560	0.0312
24	67.9487	64.5161	0.0156	0.0156	136	92.3077	93.5484	0.1872	0.0312
32	79.4872	80.6452	0.0312	0.0156	144	92.3077	90.3226	0.2808	0.0312
40	85.8974	83.8710	0.0624	0.0312	152	92.3077	96.7742	0.1092	0.0312
48	91.0256	96.7742	0.0624	0.0312	160	92.3077	87.0968	0.2184	0.0312
56	89.7436	80.6452	0.0936	0.0312	168	92.3077	90.3226	0.2808	0.0624
64	93.5897	93.5484	0.0780	0.0312	176	92.3077	90.3226	0.2808	0.0312
72	91.0256	87.0968	0.0936	0.0312	184	92.3077	87.0968	0.1872	0.0312
80	92.3077	90.3226	0.0936	0.0312	192	92.3077	90.3226	0.2496	0.0312
88	92.3077	90.3226	0.1248	0.0312	200	92.3077	87.0968	0.3900	0.0312
96	92.3077	90.3226	0.1872	0.0312	208	92.3077	93.5484	0.2496	0.0312
104	92.3077	96.7742	0.1560	0.0312	216	92.3077	93.5484	0.1716	0.0312
112	92.3077	90.3226	0.2184	0.0312	224	92.3077	80.6452	0.2340	0.0624

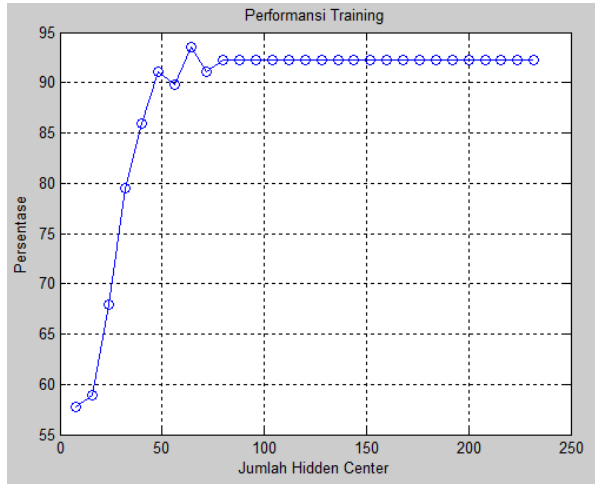


Gambar 4 Screenshot simulasi proses ekstraksi fitur

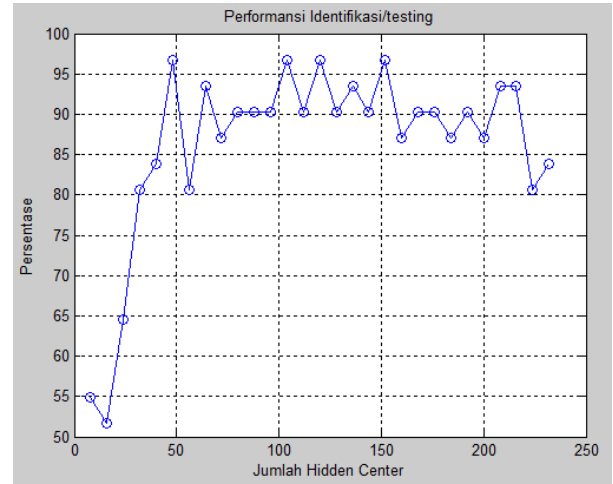
Fitur-fitur ciri digunakan sebagai input jaringan saraf tiruan RBF sebanyak 234 data sampel latih dan 72 sampel uji. Inisialisasi *center* dilakukan secara acak dengan beberapa kombinasi jumlah *hidden center* (Tabel 2). Data pada Tabel 2 menunjukkan bahwa proses pelatihan mencapai performa terbaik pada jumlah *hidden center* 104 dengan performa latih 93.31% dengan waktu 0.156 detik dan performa pengujian 96.77% dengan waktu 0.0312 detik. Dari beberapa pengujian diperoleh rata-rata persentase performa pada proses pelatihan sebesar 88.33% dengan waktu rata-rata 0.1651 detik. Sementara itu, proses identifikasi (pengujian) terhadap citra benih padi memperoleh persentase keberhasilan 88.21% dengan waktu rata-rata

0.0280 detik. Secara ringkas performa selama proses pelatihan dan pengujian dapat dilihat pada Gambar 5 dan Gambar 6.

Dari uji coba dengan 104 *hidden center* didapat sebanyak 18 data yang salah diidentifikasi, sedangkan pada proses pengujian terdapat 5 data yang teridentifikasi salah. Tingkat keberhasilan pada proses pelatihan dari masing-masing varietas bayar papuyu, bayar putih, benih kuning, benih putih, ketan, siam gadis, siam unus, dan karan dukuh masing-masing sebesar 100.00%, 92.59%, 88.89%, 92.59%, 92.59%, 81.48%, 100.00%, dan 100.00%.



Gambar 5 Performa pelatihan



Gambar 6 Performa pengujian

Tabel 3 *Confusion matrix* pada proses pelatihan

Kelas Aktual	Kelas Prediksi								% Benar
	Bayar Papuyu	Bayar Putih	Benih Kuning	Benih Putih	Ketan	Siam Gadis	Siam Unus	Karan Dukuh	
Bayar Papuyu	27	0	0	0	0	0	0	0	100.00
Bayar Putih	0	25	0	0	0	2	0	0	92.59
Benih Kuning	0	0	24	0	0	3	0	0	88.89
Benih Putih	0	2	0	25	0	0	0	0	92.59
Ketan	0	0	0	0	25	0	2	0	92.59
Siam Gadis	3	2	0	0	0	22	0	0	81.48
Siam Unus	0	0	0	0	0	0	27	0	100.00
Karan Dukuh	0	0	0	0	0	0	0	27	100.00

Tabel 4 *Confusion matrix* pada proses pengujian atau identifikasi

Kelas Aktual	Kelas Prediksi								% Benar
	Bayar Papuyu	Bayar Putih	Benih Kuning	Benih Putih	Ketan	Siam Gadis	Siam Unus	Karan Dukuh	
Bayar Papuyu	9	0	0	0	0	0	0	0	100.00
Bayar Putih	0	7	0	0	0	2	0	0	87.50
Benih Kuning	0	0	8	0	0	1	0	0	88.89
Benih Putih	0	0	0	9	0	0	0	0	100.00
Ketan	0	0	0	0	8	0	1	0	88.89
Siam Gadis	0	1	0	0	0	8	0	0	88.89
Siam Unus	0	0	0	0	0	0	9	0	100.00
Karan Dukuh	0	0	0	0	0	0	0	9	100.00

Tingkat keberhasilan proses pengujian masing-masing varietas ialah 100.00%, 87.50%, 88.89%, 100.00%, 88.89%, 88.89, 100.00%, dan 100.00%. Performa klasifikasi pada proses pelatihan dan identifikasi pada proses pengujian untuk masing-masing varietas diberikan dalam Tabel 3 dan Tabel 4. Dari penjelasan di atas dapat dilihat bahwa identifikasi varietas benih padi menggunakan jaringan saraf tiruan RBP-OLS memiliki akurasi yang cukup baik dalam proses pelatihan berdasarkan ciri morfologinya.

SIMPULAN

Hasil simulasi menunjukkan bahwa proses pelatihan pada jaringan saraf tiruan RBP-OLS mencapai performa rata-rata 88.33% dengan waktu 0.1651 detik dan performa pengujian 88.21% dengan waktu 0.0280 detik. Tingkat keberhasilan pada proses pelatihan dari masing-masing varietas bayar papuyu, bayar putih, benih kuning, benih putih, ketan, siam gadis, siam unus, dan karan dukuh masing-masing sebesar 100.00%, 92.59%, 88.89%, 92.59%, 92.59%, 81.48%, 100.00%, dan 100.00%. Tingkat keberhasilan masing-masing varietas pada proses pengujian ialah 100.00%, 87.50%, 88.89%, 100.00%, 88.89%, 88.89%, 100.00%, dan 100.00%. Dengan demikian, jaringan saraf tiruan *radial basis probabilistic* dengan optimalisasi bobot *center* menggunakan *orthogonal least square* memiliki performa yang cukup baik dalam mengidentifikasi varietas padi rawa Kalimantan Selatan berdasarkan ciri morfologinya, yaitu *area*, *perimeter*, *major axis*, *minor axis*, *circularity*, *aspect ratio*, *roundness* dan *feret* untuk setiap sampel benih padi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penulis ucapkan kepada Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa (Balittra) Banjarbaru, Kalimantan Selatan.

DAFTAR PUSTAKA

- [Balittra] Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa. 2011. *Koleksi Varietas Padi Lokal Lahan Rawa Sumatera dan Kalimantan: Buku Panduan Loka Pekan Raya Lahan Rawa*. Banjarbaru(ID): Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa.
- Guzman JD, Peralta EK. 2008. Classification of Philippine rice grains using machine vision and artificial neural networks. Di dalam: *IAALD AFITA WCCA, World Conference on Agricultural Information and IT*. hlm 41-48.
- Hasanuddin, Irawan IM. 2009. The study of sensitivity of radial basis probabilistic neural network. Di dalam: *International Conference on Mathematics, Statistics, and Their Application*. hlm 344-349.
- Herrera TG, Duque DP, Almeida IP, GT. Núñez, AJ. Pieters, CP. Martinez, and JM. Tohme. 2008. Assessment of genetic diversity in Venezuelan rice cultivars using simple sequence repeats markers. *Electronic Journal of Biotechnology* 11(5):1-14.
- Huang DS, Zao WB. 2005. Determining the center of radial basis probabilistic neural network by recursive orthogonal least square algorithms. *Applied Mathematics and Computation* 162:461-473.
- Huang DS, Du JX. 2008. A constructive hybrid structure optimization methodology for radial basis probabilistic neural network. *IEEE Transactions on Neural Network* 19:2009-2115.
- Lestari P. 2009. *Metode PCR (Polymerase Chain Reaction), cara mengidentifikasi padi bermutu rasa tinggi*. Bogor (ID): Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian.
- Liu ZY, Cheng F, Ying YB, Rao XQ. 2005. Identification of rice seed varieties using neural network. *J Zhejiang Univ Sci B*. 6(11):1095-1100.
- Somantri AS. 2010. Menentukan klasifikasi mutu fisik beras dengan menggunakan teknologi pengolahan citra digital dan jaringan syaraf tiruan. *Jurnal Standardisasi* 12(3):162-173.
- Walpole ER. 1992. *Pengantar Statistika*. Jakarta (ID): Gramedia.