

JARINGAN SYARAF TIRUAN RADIAL BASIS PROBABILISTIC UNTUK IDENTIFIKASI MORFOLOGI BENIH PADI

Oni Soesanto¹, Dindin H. Mursyidin²

¹ Program Studi Matematika ² Program Studi Biologi
Fakultas MIPA Universitas Lambung Mangkurat
Jl. Jend. A. Yani km 36 Banjarbaru
E-mail: oni.soesanto@gmail.com

ABSTRAK

Mesin vision berbasis jaringan syaraf tiruan dan pemrosesan gambar digital (*digital image processing*) 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, mesin vision berbasis jaringan syaraf tiruan menawarkan sistem identifikasi dan evaluasi secara cepat, praktis, murah dan akurat, serta bersifat non-destruktif. Dalam paper ini dibahas mesin vision berbasis jaringan syaraf tiruan sebagai teknologi alternatif untuk identifikasi varietas padi rawa Kalimantan Selatan berdasarkan ciri morfologinya (*morphological feature*) 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 syaraf *Radial Basis Probabilistic* (RBP) dengan optimalisasi bobot *hidden center* menggunakan algoritma *Orthogonal Least Square* (OLS). Dari proses *learning* dihasilkan performansi *training* sebesar 88,329% dan performansi *testing* sebesar 88,2091%, dengan tingkat keberhasilan pada proses training 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%; dan 100%. Untuk proses testing tingkat keberhasilan masing-masing varietas adalah 100%; 87,50%; 88,89%; 100%, 88,89%, 88,89, 100%; dan 100%.

Kata kunci: Mesin vision, identifikasi morfologi benih padi, RBP-OLS

1. PENDAHULUAN

Koleksi benih padi (*Oriza sativa* L.) di seluruh dunia termasuk Indonesia merupakan sumberdaya genetik esensial dalam program ketahanan pangan. Hal ini karena padi merupakan salah satu tanaman pangan terpopuler yang menjadi bahan makanan pokok bagi lebih dari setengah penduduk dunia (Zeng *et al.*, 2010). Disamping itu, koleksi benih padi yang ada merupakan modal dasar yang sangat berharga dalam program pemuliaan dan pelestarian plasma nutfah. Lestari [7], 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. [4], kegiatan identifikasi dan evaluasi terhadap koleksi dan keragaman genetik varietas padi merupakan kunci sukses dalam program pemuliaan dan pelestarian plasma nutfah. Di sisi lain, ukuran dan bentuk padi, meliputi warna, tekstur, dan kandungan air merupakan indikator penting untuk menentukan kualitas benih padi. Oleh karena itu, labelisasi terhadap 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.

Namun demikian, identifikasi dan evaluasi terhadap koleksi atau ragam varietas padi merupakan kegiatan yang sangat kompleks dan relatif sulit dilakukan [2]. Hal ini karena 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 [8].

Mesin vision berbasis jaringan syaraf tiruan dan pemrosesan gambar digital (*digital image processing*) merupakan metode alternatif yang dapat dilakukan untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi keragaman varietas padi. Teknologi ini menawarkan sistem identifikasi dan evaluasi secara cepat, praktis, murah dan akurat, serta bersifat non-destruktif. Beberapa aplikasi mesin vision berbasis jaringan syaraf tiruan dan teknologi pemrosesan gambar digital telah diaplikasikan untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi keragaman genetik beberapa tanaman sereal, termasuk padi. [2] 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* [8] menggunakan *backpropagation* dengan akurasi sebesar 74-95%.

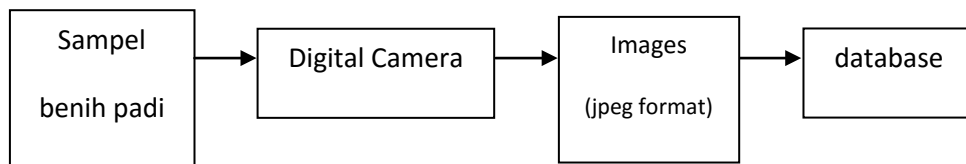
Mesin vision berbasis jaringan syaraf tiruan dan pemrosesan gambar digital mempunyai keuntungan dan keunggulan untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi keragaman varietas terutama sebagai database untuk mendukung upaya pemuliaan dan pelestarian plasma nutfah padi yang ada di Indonesia, pembentukan *core collection* plasma nutfah padi di Indonesia, serta penguatan basis industri benih padi di Indonesia. Dalam paper ini dibahas mesin vision berbasis jaringan syaraf tiruan sebagai teknologi alternatif untuk identifikasi varietas padi rawa Kalimantan Selatan berdasarkan ciri morfologinya (*morphological feature*) yaitu *area*, *perimeter*, *major axis*, *minor axis*, *circularity*, *aspect ratio*, *roundness* dan *feret* untuk setiap sampel benih padi. Sistem identifikasi menggunakan jaringan syaraf *Radial Basis Probabilistic* (RBP) dengan optimalisasi bobot *hidden center* menggunakan *Orthogonal Least Square algorithm*.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Image Acquisition dan Image Processing System

Image acquisition citra digital menggunakan kamera digital *Sony Cyber-shot Carl Zeiss* 12.1MP dengan citra digital benih padi untuk 8 varietas berukuran 480x480 pixel. Jarak lensa kamera dengan objek diatur sejauh 10 cm. Sedangkan

pencahayaannya menggunakan 2 buah lampu Philips 8 watt. Sistem *image processing* dibangun menggunakan Java-NetBeans IDE 7.3.1, JDK (Java Development Kit) Versi 7 dengan sistem database MySQL dan XAMPP. Input sistem berupa citra digital benih padi dengan format *jpg* dengan proses pengolahan citra *histogram equalization*, *grayscale*, *image segmentation*, dan *binerization*.



Gambar 1. Image Capturing Process



Gambar 2. Segmentasi Citra Digital Benih Padi

2.2 Morphological Feature Extraction

Shape analysis digunakan untuk mengekstraksi ciri setiap sampel benih padi. Ciri ini meliputi *Area*, *Perimeter*, *Shape Factor*, *Roundness*. Untuk menghitung nilai *Area* dan *Perimeter* menggunakan metode Kode Rantai (Chain Code). Kode ini sering digunakan untuk mendeskripsikan/mengkodekan bentuk (*contour*) suatu objek. Pembentukan kode rantai dimulai dengan menentukan pixel pertama dari objek. Berdasarkan pixel tersebut, kode rantai objek dibentuk dengan mengikuti aturan kode rantai. Berdasarkan kodenya, analisis terhadap suatu objek dapat dilakukan dengan menghitung keliling, area dan *shape factor*.

Selain menggunakan kode rantai untuk mendeskripsikan/mengkodekan bentuk (*contour*) suatu objek, juga dapat digunakan metode *Region Properties* dengan pendekatan bentuk *elips*. Setiap objek memiliki *Major Axis Length* dan *Minor Axis Length*. Untuk menghitung nilai *Major Axis Length* adalah dengan cara menghitung jarak terjauh antara *centroid* dengan koordinat *pixel* terluar. Sedangkan untuk mencari *Minor Axis Length* dengan cara menghitung jarak antara *centroid* dengan koordinat *pixel* terdekat [9].



Gambar 3. Representasi Region dengan Bentuk Elips

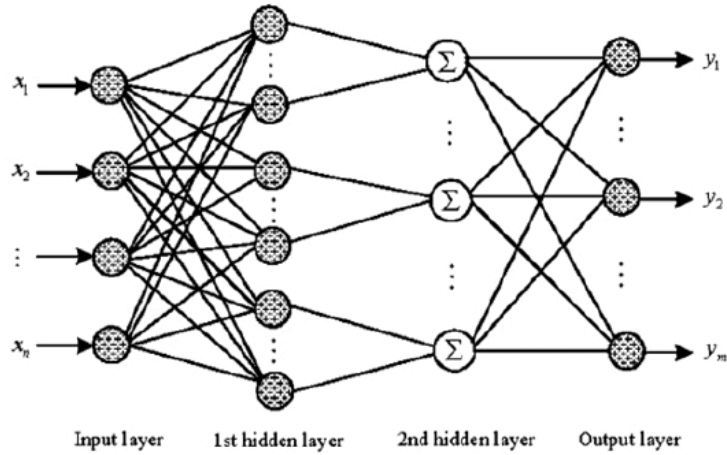
2.3 Jaringan Syaraf Tiruan *Radial Basis Probabilistic*

Proses identifikasi menggunakan jaringan syaraf tiruan *Radial Basis Probabilistic* (RBP). Model 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 (*hidden Layer*) dan *neuron* tersembunyi yang tak linier, namun metode ini memiliki struktur yang rumit, sedangkan model PNN mempunyai kemampuan klasifikasi yang secara langsung bisa dicapai tanpa melatih vektor bobot. Namun PNN memiliki permasalahan yaitu tidak mempertimbangkan lingkungan dan *overlapping* antara vektor-vektor data training dari kategori yang berbeda sehingga berakibat bias. Selain itu pada PNN semua vektor data training digunakan sebagai *center* pada lapisan tersembunyi yang berakibat sangat rumit diterapkan pada data training yang berukuran besar sehingga performansinya menjadi lambat. Namun kelemahan PNN ini bisa diatasi oleh RBF dengan menyelesaikan permasalahan pertama pada PNN dan mengoptimalkan permasalahan kedua [6]. Penentuan *center* RBF-PNN mengikuti model pemilihan *center* pada PNN yaitu dengan menggunakan semua data training sebagai *center*. Penentuan *center* dengan metode ini tentunya tidak efisien dan mengurangi tingkat kemampuan jaringan. Beberapa metode optimalisasi bobot *center* dan penyederhanaan arsitektur jaringan syaraf yang telah dikembangkan adalah algoritma *Orthogonal Least Square* (OLS) [5], *Recursive Orthogonal Least Square* (ROLS) [6], dan *gradient descent* [3].

Secara matematis, RBP dengan vektor input x akan menghasilkan nilai aktual untuk neuron output ke- i y_i^α yang dinyatakan sebagai persamaan berikut [6]:

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

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



Gambar 4. Arsitektur RBP (Huang dan Du, 2008)

Metode penentuan inialisasi *center* untuk RBF dapat juga dilakukan pada RBP. Salah satu metode yang digunakan untuk menentukan inialisasi *center* RBF yaitu dengan menggunakan teknik klustering.

Misalkan terdapat sampel pelatihan sebanyak N , maka matriks output jaringan RBP $Y \in \mathbb{R}^{nr \times m}$ dapat dituliskan $[Y(1), Y(2), \dots, Y(N)]^T \in \mathbb{R}^{nr \times m}$ atau $Y = [Y(t-1) \ y(t)]^T$

Matriks output pada hidden layer kedua $H \in \mathbb{R}^{nr \times m}$ dapat dituliskan

$$H(t) = [h_1(i), h_2(i), \dots, h_m(i)]^T \in \mathbb{R}^{nr \times m} \text{ atau}$$

$$h_j(i) = \sum_{k=1}^{ck} \phi_{jk}(i), \quad j = 1, 2, \dots, m, \quad i = 1, 2, \dots, N.$$

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

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

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

Secara umum, bobot output pada jaringan *feedforward* berdasarkan fungsi biaya error atau mengacu pada fungsi targetnya, yaitu fungsi pada struktur jaringan dan bobot. Untuk RBP, error pada fungsi costnya didefinisikan sebagai berikut [5]:

$$J(W) = \|Y - HW\|_F^2 \quad (3)$$

dimana: $\|\bullet\|_F^2$ adalah norm *Frobenius*, Y matriks output, H matriks output pada hidden layer, W matriks bobot antara hidden layer dan layer output.

Dengan menggunakan dekomposisi orthogonal, matriks H pada persamaan (3) merupakan matriks berukuran $m \times n$ dengan vektor kolom bebas linier, Q adalah

matriks orthogonal 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 maka diperoleh

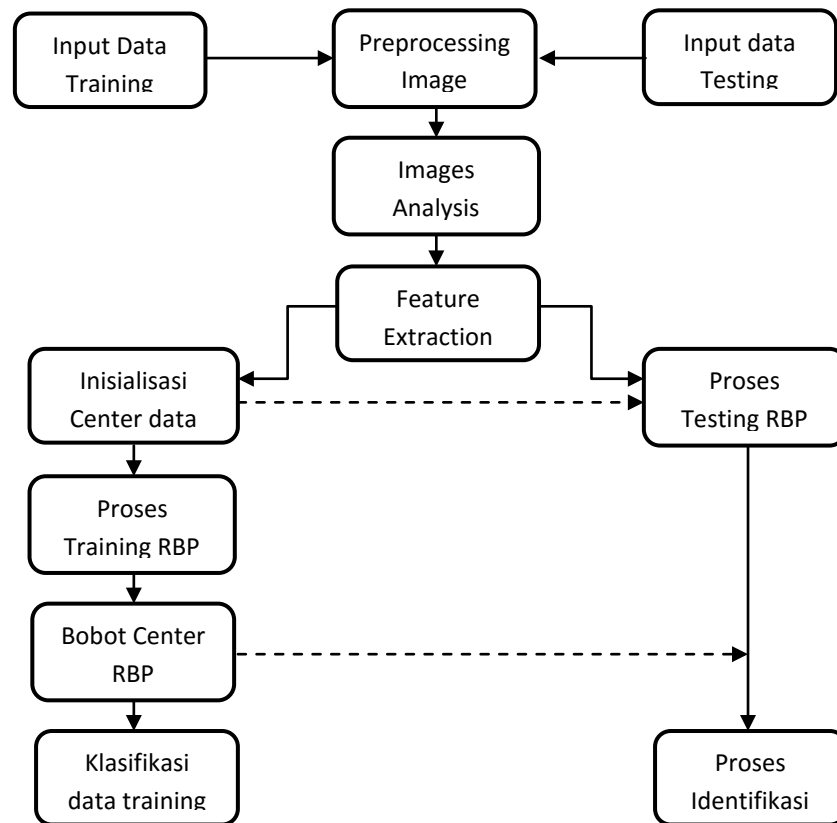
$$Y = Q \begin{bmatrix} \hat{Y} \\ \tilde{Y} \end{bmatrix} \quad (4)$$

Berdasarkan transformasi orthogonal, diperoleh fungsi cost sebagai berikut

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

Selanjutnya dengan meminimasi fungsi error $J(W)$ diperoleh bobot $W = R^{-1}\hat{Y}$

Secara umum proses identifikasi benih padi digambarkan pada diagram berikut.



Gambar 5. Diagram Proses Identifikasi

4. 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 [1]. Sampel citra digitalnya berukuran 480x480 pixel dan diekstrak cirinya sebanyak 7 ciri meliputi *Area*, *perimeter*, *major axis*, *minor axis*, *circularity*, *Aspect Ratio*, *Roundness*, dan *Feret*. Citra digital yang dijadikan data ujicoba sebanyak 288 data yang terdiri atas 216 citra sebagai data training dan 72 citra sebagai data testing.

Hasil proses *feature extraction* setiap citra benih dari hasil segmentasi diperoleh data ciri citra benih sebagai berikut:

Tabel 1. Morphological Feature Extraction

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	8,43	3,603	0,648	2,34	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	0,49	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	8,25	2,687	0,548	3,07	0,326	8,658
8	Karan Dukuh	19,05	24,015	10,12	2,397	0,416	4,222	0,237	10,433

Model RBP sendiri merupakan gabungan dari PNN dan RBF dengan memanfaatkan kelebihan dari dua jaringan syaraf tersebut. Jaringan RBP terdiri dari empat *layer*, *hidden layer* pertama yang merupakan proses non linear untuk *center* terpilih dari data training. Sedangkan *hidden layer* kedua merupakan jumlah dari output *hidden layer* pertama. Penentuan *center c* berukuran $n \times r$ dilakukan secara random dan target cluster T berukuran $m \times 1$ dan dijadikan inialisasi input untuk RBP.

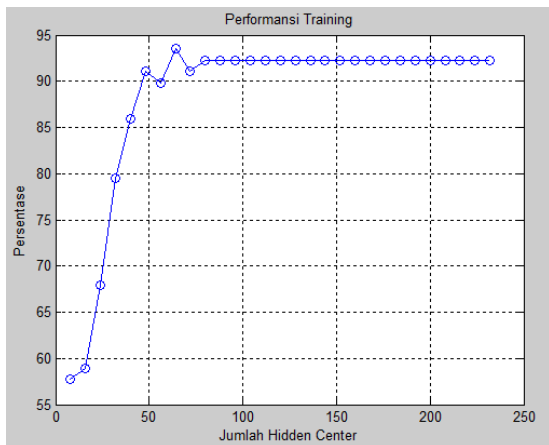
Proses pembelajaran pada proses training untuk RBP-OLS merupakan *supervised learning*. Sedangkan pada proses testing, RBP-OLS merupakan *unsupervised learning* karena target input tidak dimasukkan pada proses testing melainkan hanya digunakan sebagai pembandingan terhadap hasil klasifikasi dengan RBP-OLS. Untuk mengetahui performansi pembelajaran pada jaringan syaraf RBP-OLS, dilakukan perhitungan dan simulasi pada proses klasifikasi data simulasi. Performansi hasil klasifikasi pada RBP-OLS dihitung dengan membandingkan banyaknya kesesuaian setiap data terhadap target input. Pada

proses testing, vektor input untuk testing dihitung jarak ϕ untuk mendapatkan matriks H pada persamaan (2). Selanjutnya matriks H tersebut digunakan untuk mencari output Y dengan menggunakan bobot W yang telah diperoleh pada proses training dari persamaan (5).

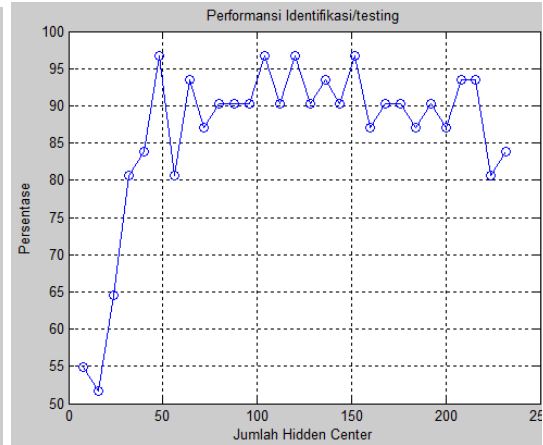
Fitur-fitur ciri digunakan sebagai input jaringan syaraf tiruan RBF sebanyak 234 data sampel training dan 72 sampel data testing. Inisialisasi *center* dilakukan secara random dengan beberapa kombinasi jumlah *hidden center* dapat dilihat pada Tabel 2. Dari tabel 2 dapat dilihat bahwa proses training mencapai performansi terbaik pada jumlah hidden center 104 dengan performansi training 93.3077% dengan *cputime* 01560 detik dan performansi testing 96.7742% dengan *cputime* 0.0312 detik. Dari beberapa pengujian diperoleh rata-rata persentase performansi pada proses training sebesar 88,329 % dengan *cputime* rata-rata 0,1651 detik. Sedangkan proses identifikasi/testing terhadap citra benih padi dengan persentase keberhasilan 88,2091% dengan *cputime* rata-rata 0,0280 detik. Secara ringkas performansi selama proses training dan testing dapat dilihat pada Gambar 7 dan Gambar 8.

Tabel 2. Performansi proses training dan testing

Hidden Center	Performansi		CPU time		Hidden Center	Performansi		CPU time	
	Training (%)	Testing (%)	Training (%)	Testing (%)		Training (%)	Testing (%)	Training (%)	Testing (%)
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	83,871	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	0,078	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	0,156	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 7. Performansi Training



Gambar 8. Performansi Testing

Dari ujicoba dengan 104 hidden center didapat sebanyak 18 data yang salah identifikasi dari 234 data, sedangkan proses testing terdapat 5 teridentifikasi salah dari 72 data. Sedangkan tingkat keberhasilan pada proses training 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%; dan 100%. Untuk proses testing tingkat keberhasilan masing-masing varietas adalah 100%; 87,50%; 88,89%; 100%, 88,89%, 88,89, 100%; dan 100%. Performansi klasifikasi pada proses training dan identifikasi pada proses testing untuk masing-masing varietas diberikan dalam Tabel 3 dan Tabel 4. Dari penjelasan diatas dapat dilihat bahwa identifikasi varietas benih padi menggunakan jaringan syaraf tiruan RBP-OLS memiliki akurasi yang cukup baik dalam proses *learning* berdasarkan ciri morfologinya (*morphological feature*).

Tabel 3. Matriks Confusion pada proses Training

Klas Benar	Klasifikasi pada Training								% 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. Matriks Confusion pada proses Testing/Identifikasi

Klas Benar	Klasifikasi pada Training								% 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%

5. PENUTUP

Dari hasil simulasi menunjukkan bahwa proses training pada jaringan syaraf tiruan RBP-OLS mencapai performansi rata-rata 88,329% dengan cputime 01651 detik dan performansi testing 88,2091% dengan cputime 0.0280 detik. Sedangkan tingkat keberhasilan pada proses training 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%; dan 100%. Untuk proses testing tingkat keberhasilan masing-masing varietas adalah 100%; 87,50%; 88,89%; 100%, 88,89%, 88,89, 100%; dan 100%. Dengan demikian jaringan Syaraf Tiruan *Radial Basis Probabilistic* dengan optimalisasi bobot center menggunakan *Orthogonal Least Square* memiliki performansi yang cukup baik dalam mengidentifikasi varietas padi rawa Kalimantan Selatan berdasarkan ciri morfologinya (*morphological feature*) yaitu *area*, *perimeter*, *major axis*, *minor axis*, *circularity*, *aspect ratio*, *roundness* dan *feret* untuk setiap sampel benih padi.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa (Balittra) Banjarbaru, Kalimantan Selatan

7. DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Balittra. 2011. *Koleksi varietas padi lokal lahan rawa Sumatera dan Kalimantan. Buku Panduan Loka Pekan Raya Lahan Rawa*, Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa.
- [2]. Guzman, JD. and EK. Peralta. 2008. Classification of Philippine Rice Grains Using Machine Vision and Artificial Neural Networks. *IAALD AFITA WCCA, World Conference on Agricultural Information and It*, pp. 41-48
- [3]. Hasanuddin dan Irawan, I.M. 2009. The study of Sensitivity of Radial Basis Probabilistic Neural Network, *International Conference on Mathematics, Statistics and their Application*, 344-349
- [4]. Herrera, TG., DP. Duque, IP. Almeida, 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.
- [5]. Huang, D.S. dan Zao, W.B. 2005. Determining the Center of radial Basis Probabilistic Neural Network by Recursive Orthogonal Least Square Algorithms, *Applied Mathematics and Computation* **162**, 461–473.
- [6]. Huang, D.S. dan Du, J.X. 2008. A Constructive Hybrid Structure Optimization Methodology for Radial Basis Probabilistic neural Network, *IEEE Transactions on Neural Network* **19**, 2009-2115.
- [7]. Lestari, P. 2009. *Metode PCR (Polymerase Chain Reaction), cara mengidentifikasi padi bermutu rasa tinggi*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian, Bogor.
- [8]. Liu, ZY, F. Cheng, YB. Ying, and XQ. Rao. 2005. Identification of rice seed varieties using neural network. *J Zhejiang Univ Sci B*. **6(11)**: 1095–1100.
- [9]. Somantri, A. S. 2010. Menentukan Klasifikasi Mutu Fisik Beras Dengan Menggunakan Teknologi Pengolahan Citra Digital Dan Jaringan Syaraf Tiruan *Jurnal Standardisasi* **12(3)** , 162 - 173.