

Klasifikasi Penyakit Pada Daun Stroberi Menggunakan K-Means Clustering dan Jaringan Syaraf Tiruan

Alif Violeta Efrilla¹, Susanto B. Sulisty^{1*}, Krissandi Wijaya¹, Purwoko Hari Kuncoro¹, Arief Sudarmaji¹

¹Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman

Email: susanto.sulisty@unsoed.ac.id

RIWAYAT ARTIKEL

Penerimaan 30 Juli 2020

Terbitan 19 Agustus 2020

KATA KUNCI

Fitur tekstur; pengolahan citra; RGB; segmentasi

ABSTRAK

Identifikasi penyakit pada tanaman stroberi sangat diperlukan untuk mendeteksi penyakit lebih awal, sehingga dapat dilakukan pencegahan dini menyebarnya penyakit-penyakit tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk 1) Mengembangkan algoritma untuk mendeteksi penyakit pada daun stroberi berbasis pengolahan citra menggunakan metode *k-means clustering*. 2) Mengembangkan jaringan syaraf tiruan (JST) untuk mengklasifikasikan penyakit pada daun stroberi. 3) Menentukan parameter visual yang tepat digunakan untuk klasifikasi penyakit pada daun stroberi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa parameter visual yang tepat dari pengolahan citra penyakit daun stroberi menggunakan 12 parameter yaitu *mean R*, *mean G*, *mean B*, *contrast*, *correlation*, *energy*, *entropy*, *homogeneity*, *area*, *perimeter*, *eccentricity*, dan *metric*. Aplikasi pengolahan citra dan JST untuk klasifikasi penyakit pada daun stroberi menunjukkan hasil yang baik yaitu dengan segmentasi *k-means clustering* model warna $L^*a^*b^*$, JST menggunakan 2 *hidden layer* dengan nilai rata-rata JST latih sebesar 90,2% dan JST uji sebesar 70%.

doi <https://doi.org/10.21776/ub.jkptb.2020.008.02.06>

1. Pendahuluan

Tanaman stroberi adalah salah satu jenis tumbuhan yang memiliki nilai ekonomis tinggi dan memiliki prospek usaha menjanjikan. Beberapa petani di Indonesia melakukan budidaya tanaman ini secara komersial. Namun dalam perkembangannya, budidaya yang dilakukan masih menggunakan cara konvensional sehingga hasil yang didapat belum memenuhi permintaan pasar. Masalah yang dihadapi dalam budidaya tanaman stroberi di Indonesia adalah ketersediaan bibit yang berkualitas baik dan bebas penyakit [1]. Badan Pusat Statistik Nasional mengatakan dalam kurun waktu 2012-2017 produksi stroberi nasional mengalami penurunan hingga 75%. Pada tahun 2012 jumlah keseluruhan produksi stroberi Indonesia adalah sebesar 169.796 ton, kemudian di tahun-tahun selanjutnya produksi terus mengalami penurunan hingga tahun 2017 dengan angka berkisar 12.225 ton. Penyebab penurunan produksi yang drastis adalah serangan hama dan penyakit yang terjadi pada tahun 2014, dimana angka produksi stroberi hanya sebesar 58.882 ton saja [2].

Beberapa penyakit yang telah teridentifikasi melalui ciri-cirinya adalah hawar daun, *tip burn*, karat daun, bercak merah, dan penyakit karena virus. Penyakit yang sering dijumpai dalam budidaya stroberi adalah penyakit yang disebabkan oleh cendawan, bakteri, *mycoplasma-like organism*, dan virus. Pathogen-pathogen sering

doi <https://doi.org/10.21776/ub.jkptb.2020.008.02.06>

menyerang akar, crown, daun, bunga, dan buah. Salah satu penyakit yang menyerang secara serempak hingga menyebabkan kerugian pada tahun 2014 adalah hawar daun.

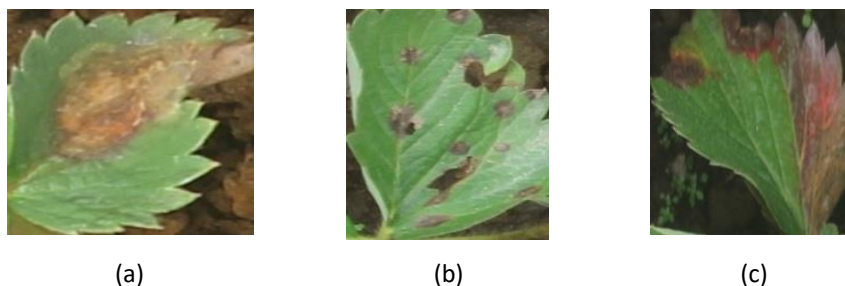
Penyakit pada tanaman stroberi bisa dilihat dari perubahan daun, akar, batang, buah dan lain-lain. Namun tidak semua manusia dapat mengetahui tentang penyakit yang dijangkit oleh tanaman tersebut. Untuk mengetahui daun yang terinfeksi oleh penyakit, dapat dibedakan berdasarkan morfologi yang terjadi pada daunnya [3]. Secara umum, pengetahuan tentang penyakit tanaman stroberi dan pengelompokannya hanya berdasarkan pengamatan secara manual. Hal ini menyebabkan hasil identifikasi penyakit kurang konsisten karena perbedaan persepsi visual mata manusia, sehingga diperlukan teknik identifikasi dengan bantuan sensor kamera dan komputer agar diperoleh hasil yang lebih akurat dan konsisten. Identifikasi penyakit pada tanaman stroberi sangat diperlukan untuk mendeteksi penyakit lebih awal sehingga dapat dilakukan pencegahan dini menyebarnya penyakit-penyakit tersebut, hingga sampai menyebabkan kerugian seperti yang terjadi pada tahun 2014 silam. Saat ini teknologi untuk mengenali jenis penyakit telah banyak. Salah satu teknologi yang mengalami perkembangan begitu pesat dalam deteksi atau mendiagnosa suatu penyakit adalah melalui teknologi pengolahan citra.

Penelitian ini bertujuan untuk mendiagnosa dan mengklasifikasi jenis penyakit yang menyerang tanaman stroberi menggunakan metode pengolahan citra digital dan jaringan syaraf tiruan dengan aplikasi Matlab R2009b. Dengan penelitian ini diharapkan mampu mengklasifikasikan penyakit yang menyerang daun stroberi berdasarkan nilai RGB (*Red, Green, Blue*), HSV (*Hue, Saturation, Value*), *CIE-Lab*, serta fitur teksturnya sehingga dapat diketahui jenis penyakit hanya dari citra digitalnya saja.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Alat dan Bahan penelitian

Bahan yang digunakan sebagai obyek penelitian adalah 50 data citra penyakit pada daun stroberi. Penyakit yang telah teridentifikasi ada tiga macam yaitu penyakit hawar daun (*leaf scorch*), bercak merah (*leaf spot*), karat daun (*leaf blight*), dengan jumlah data hawar daun sebanyak 20 tanaman, bercak merah sebanyak 15 tanaman dan karat daun (*leaf blight*) sebanyak 15 tanaman. Tiga jenis penyakit tersebut dipilih sebagai objek penelitian karena, penyakit-penyakit tersebut adalah penyakit yang paling sering menjangkit tanaman stroberi pada lahan tempat penelitian berlangsung. Penyakit-penyakit pada daun stroberi ditunjukkan pada **Gambar 1**. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *lux meter*, *thermometer* bola basah dan bola kering, kamera SLR dan alat penyangga kamera.



Gambar 1. Klasifikasi penyakit daun stroberi (a) hawar daun; (b) bercak merah; (c) karat daun

2.2. Akuisisi Citra (Pengambilan Citra Sampel).

Citra sampel dengan resolusi 5184 x 3456 piksel diambil dengan menggunakan kamera SLR. Pengambilan citra sampel dilakukan langsung seminggu sekali di lahan dengan rentang intensitas cahaya antara 25-60 Klux dan suhu lingkungan rata-rata adalah sekitar 18-22 °C dengan kelembaban relatif udara antara 48-100%. Waktu tersebut dipilih karena intensitas cahaya cukup baik untuk pengambilan citra tanaman stroberi. Kamera diletakkan diatas obyek dengan ketinggian sejauh 65 cm, diameter polybag dari keseluruhan citra adalah 18,5 cm.

Metode pengambilan citra pada penelitian ini adalah mengambil seluruh citra tanaman stroberi yang menjadi obyek penelitian kemudian mengklasifikasikan tanaman sehat dan yang sakit berdasarkan kenampakan pada citra dan ciri-ciri penyakit yang terlihat. Pada saat pengambilan citra, tidak boleh ada gulma atau tanaman lain yang ikut terfoto untuk mempermudah pengolahan data. Berikut adalah tabel faktor lingkungan saat pengambilan citra terjadi.

2.3. Pengembangan program pengolahan citra

2.3.1. Perbaikan citra (*image enhancement*)

Langkah awal dalam pengembangan program pengolahan citra ini adalah *image enhancement* atau perbaikan kualitas citra. Tujuan dari perbaikan kualitas citra adalah untuk menonjolkan bagian tertentu dari citra tersebut ataupun untuk memperbaiki tampilan. Perbaikan kualitas citra yang dilakukan pada langkah ini adalah *cropping*, perbaikan kontras, konversi warna RGB (*Red, Green, Blue*) menjadi HSV (*Hue, Saturation, Value*) dan $L^*a^*b^*$. Langkah ini dilakukan untuk mempermudah tahap segmentasi dalam pengenalan citra.

2.3.2. Segmentasi citra (*image segmentation*)

Tahap *image segmentation* ini adalah untuk memisahkan objek pada citra dengan *background* dan menampilkan bagian daun stroberi yang akan diidentifikasi penyakitnya. Tahap segmentasi ini menggunakan metode *k-means clustering*. Metode *k-means clustering* ini menggunakan 3 model warna yaitu RGB, HSV, dan $L^*a^*b^*$ yang kemudian dibandingkan untuk mendapatkan hasil segmentasi yang sesuai untuk mengambil citra yang terjangkit penyakitnya saja.

2.3.3. Ekstraksi fitur citra (*features extraction*)

Langkah selanjutnya adalah pengambilan fitur-fitur (ciri) dalam citra yang nantinya nilai yang diperoleh digunakan untuk proses selanjutnya. Pada langkah ini dilakukan dengan cara mengambil ciri dari 3 citra yaitu menggunakan model warna RGB, model warna *grayscale* dan model warna biner. Pengambilan ciri pada citra dilakukan dengan menghitung pixel yang ditemui dalam setiap pengecekan, dimana pengecekan dilakukan dalam berbagai arah *tracing* pengecekan pada koordinat kartesian dari citra digital yang dianalisis. Pada tahap ini parameter yang diambil adalah *contrast, correlation, energy, homogeneity, entropy, standard deviation* (R, G, B, H, S, V, L^*, a^*, b^*), *mean* (R, G, B, H, S, V, L^*, a^*, b^*), *metric, area, perimeter* dan *eccentricity*.

2.4. Analisis Data

Analisis data menggunakan aplikasi MATLAB 2009b sebagai perangkat lunak pengolah citra dan jaringan syaraf tiruan. Setelah langkah pengembangan program pengolahan citra, langkah selanjutnya adalah membuat jaringan syaraf tiruan dengan 21 parameter yang dijadikan *input*. Jaringan syaraf tiruan ini menggunakan algoritma *backpropagation* dengan satu *hidden layer* dan dua *hidden layer*. Jaringan syaraf tiruan yang dibuat mencakup dua jenis data yaitu data latih dan data uji. Data yang dilatih di jaringan syaraf tiruan ini menggunakan metode *k-fold cross validation*, dimana setiap nilai data uji berjumlah 10 jenis data random dari setiap perulangan. Perulangan

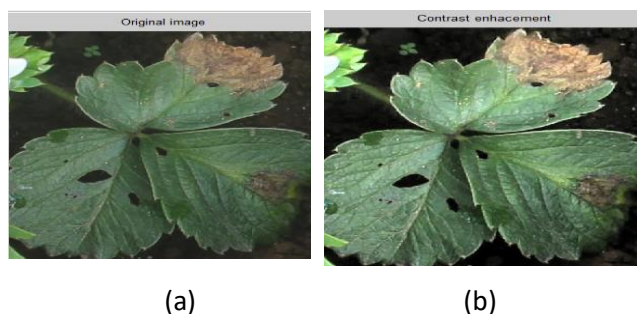
dilakukan sebanyak lima kali. Kemudian nilai akurasi dari hasil jaringan syaraf tiruan dihitung rata-ratanya sehingga diperoleh nilai *output*. Hasil *output* dihitung nilai akurasinya yang dapat menunjukkan arsitektur JST terbaik dalam mendeteksi penyakit daun stroberi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pengolahan citra

3.1.1. Perbaikan citra

Perbaikan citra sampel dilakukan dengan cara meningkatkan kontras citra. Tujuan dari meningkatkan kontras citra ini adalah untuk meningkatkan nilai intensitas piksel secara menyeluruh [4]. Hal ini dilakukan untuk memudahkan saat segmentasi citra karena sampel citra yang digunakan sebelumnya intensitas cahayanya kurang seragam akibat pencahayaan yang tidak merata. Perbaikan citra merupakan langkah awal untuk meningkatkan kualitas citra dengan tujuan saat segmentasi berlangsung objek dengan mudah dipisahkan dari *background* dan *noise* yang mengganggu. *Noise* adalah kumpulan piksel warna yang tidak dibutuhkan dalam pengolahan citra yang diinginkan. **Gambar 2** menunjukkan contoh hasil perbaikan citra dari tanaman stroberi yang terjangkit penyakit hawar daun.



Gambar 2. Hasil perbaikan citra dengan peningkatan kontras. (a) Citra awal. (b) Perbaikan citra.

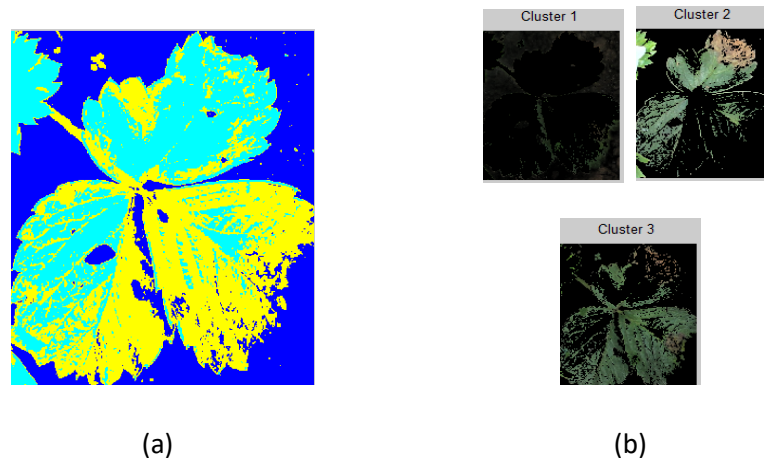
3.1.2. Segmentasi

Sampel citra yang telah baik kualitasnya kemudian disegmentasi menggunakan metode *K-means clustering* dimana citra dibagi menjadi 3 kluster berdasarkan nilai model warnanya. Alasan algoritma *k-means clustering* ini digunakan untuk segmentasi klasifikasi jenis penyakit adalah karena metode ini melakukan permodelan tanpa arahan (*unsupervised*) dengan mengelompokkan data *k* dalam beberapa *cluster* berdasarkan kesamaan karakter yang dimiliki [5], [6]. Hal ini yang membuat metode ini lebih tepat diimplementasikan untuk pengklasifikasian jenis penyakit. Citra penyakit yang terdapat pada sebuah citra akan dengan mudah teridentifikasi dan tersegmentasi menggunakan metode *k-means clustering* ini. Hal ini disebabkan oleh perbedaan ciri yang sangat signifikan dari citra penyakit terhadap daun yang sehat. *K-means clustering* dalam penelitian ini memakai 3 perbandingan model warna yaitu warna RGB, HSV dan $L^*a^*b^*$, hal tersebut dilakukan untuk mendapatkan model warna yang tepat untuk segmentasi citra pada penyakit daun stroberi.

3.1.2.1. *K-means clustering* model warna RGB (*red, green, blue*)

Citra penyakit pada daun stroberi dikelompokkan menggunakan metode *K-means clustering* berdasarkan model warna RGB, dimana model warna RGB ini adalah model warna asli dari citra tersebut. Citra dikelompokkan menjadi 3 kelas dimana kelas pertama berdasarkan intensitas warna biru (*blue*) yang tinggi, kelas kedua berdasarkan intensitas warna merah (*red*) yang tinggi, dan kelas ketiga berdasarkan intensitas warna hijau (*green*) yang tinggi. Pada **Gambar 3** terlihat penyakit pada daun stroberi berada pada kluster kedua, namun segmentasi penyakit daun

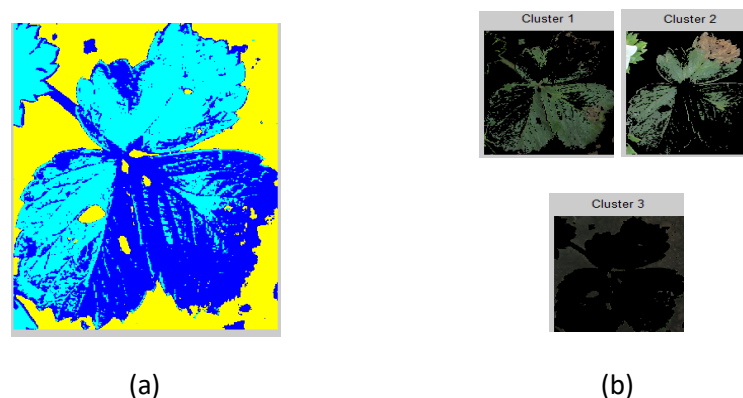
stroberi belum dapat tersegmentasi secara sempurna karena beberapa warna hijau daun masih terlihat, hal tersebut menunjukkan bahwa perlu dilakukannya metode segmentasi menggunakan *k-means clustering* menggunakan model warna lain.



Gambar 3. (a) *K-means* RGB. (b) Kluster citra daun stroberi.

3.1.2.2. *K-means clustering* model warna HSV (*hue, saturation, value*)

Citra penyakit pada daun stroberi yang belum bisa tersegmentasi secara sempurna menggunakan model warna RGB kemudian dilakukan segmentasi menggunakan metode *K-means clustering* berdasarkan model warna HSV, dimana model warna HSV ini adalah konversi dari model warna RGB citra tersebut. Citra dikelompokkan menjadi 3 kelas menurut model warna HSVnya. Dari **Gambar 4** terlihat penyakit pada daun stroberi berada pada kluster kedua, namun segmentasi penyakit daun stroberi belum dapat tersegmentasi secara sempurna dikarenakan beberapa warna hijau daun masih terlihat, hal tersebut menunjukkan bahwa perlu dilakukannya metode segmentasi menggunakan *k-means clustering* menggunakan model warna lain.

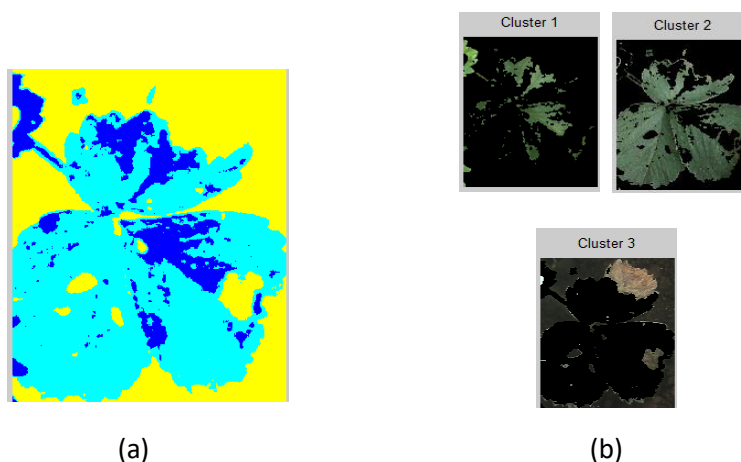


Gambar 4. (a) *K-means* HSV. (b) Kluster citra daun stroberi.

3.1.2.3. *K-means clustering* model warna L*a*b*

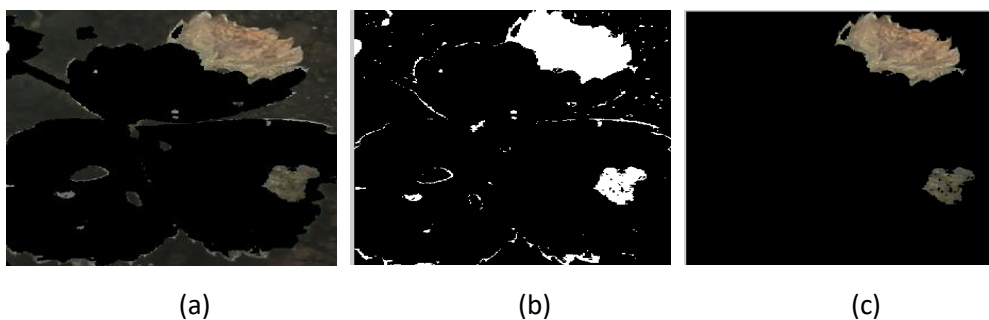
Nilai RGB pada citra dikonversikan menjadi L*a*b* untuk mengklasifikasikan perbedaan warna pada citra menjadi suatu kelas-kelas sesuai warna serta tingkat kecerahannya. Pembagian kelas warna pada nilai L*a*b* yaitu

warna gelap akan dimasukkan ke dalam kelas warna biru sedangkan warna terang akan masuk dalam kelas warna kuning. Sampel yang telah dikelaskan warnanya kemudian ditampilkan masing-masing segmentasi hasil kluster dengan metode *k-mean clustering*. Hasil segmentasi kluster tadi kemudian dipilih yang terdapat penyakitnya saja untuk kemudian dihitung ekstraksi cirinya. **Gambar 5** menunjukkan segmentasi penyakit pada daun stroberi mampu tersegmentasi secara sempurna dan masuk ke dalam kluster 3, dimana hanya citra penyakit daun stroberi saja yang terlihat tanpa warna daun. Menurut Garcia-Mateos et al. [7], model warna $L^*a^*b^*$ mampu merepresentasikan warna secara lebih seragam, yang artinya perubahan warna dalam ruang warna $L^*a^*b^*$ bersifat proporsional terhadap perubahan warna menurut persepsi manusia. Selain itu, model warna $L^*a^*b^*$ juga merupakan teknik transformasi warna yang dapat mengekstrak lebih banyak informasi sebuah citra dibandingkan model warna RGB [8].



Gambar 5. (a) *K-means* $L^*a^*b^*$. (b) kluster citra daun stroberi.

3.1.3. Penghilangan *noise*



Gambar 6. (a) Citra hasil segmentasi. (b) Citra biner hasil segmentasi. (c) Hasil akhir penghilangan *noise*.

Citra penyakit yang telah teridentifikasi kemudian dihilangkan *noise* (piksel citra yang tidak dibutuhkan). Sebelumnya, citra yang telah tersegmentasi menggunakan metode *k-means clustering* dikonversi terlebih dahulu ke dalam citra biner. Selanjutnya dengan menggunakan filter ukuran, *noise* yang memiliki ukuran piksel lebih kecil dari objek (area penyakit) dihilangkan.

3.1.4. Ekstraksi ciri

Hasil citra yang telah tersegmentasi dengan sempurna kemudian diekstrak fitur atau cirinya. Parameter yang digunakan dalam proses ekstraksi citra ini ada 21 parameter yaitu, *contrast, correlation, energy, homogeneity, entropy, standard deviation* (HSV dan L*a*b*), *mean* (HSV dan L*a*b*), *area, perimeter, eccentricity, metric*. Parameter-parameter inilah yang nantinya akan menjadi input jaringan syaraf tiruan.

3.2. Jaringan Syaraf Tiruan *backpropagation*

3.2.1. Arsitektur JST

Algoritma pembelajaran JST yang digunakan dalam penelitian ini adalah *backpropagation* dengan 1 *hidden layer* (JST #1) dan 2 *hidden layer* (JST #2). Perhitungan jumlah neuron pada *hidden layer* sesuai dengan **Persamaan 1** [9].

$$N_h = \frac{1}{2} (N_i + N_o) + \sqrt{N_{dt}} \quad (1)$$

Keterangan

N_h : jumlah neuron minimal dalam *hidden layer*

N_i : jumlah neuron dalam *input layer*

N_o : jumlah neuron dalam *output*.

N_{dt} : jumlah data untuk proses pembelajaran

Berdasarkan rumus tersebut didapatkan jumlah *hidden layer* minimal pada rancangan JST adalah 15,6 atau bisa digenapkan menjadi 16. Pada penelitian ini jumlah neuron yang diberikan pada input layer bervariasi dari 10-21 parameter yang merupakan hasil ekstraksi ciri. Jumlah neuron *hidden layer* yang dipakai pada penelitian ini didapatkan dari proses *trial & error* dengan nilai neuron minimal adalah 16 untuk JST #1 serta 15 dan 5 untuk JST #2 dimana 15 adalah jumlah neuron pada *hidden layer 1* dan 5 adalah jumlah neuron pada *hidden layer 2*. *Output layer* berupa klasifikasi dari 3 sampel penyakit daun stroberi yaitu penyakit hawar daun, bercak merah, dan karat daun (*leaf blight*). Parameter lain yang dibutuhkan untuk arsitektur jaringan syaraf tiruan didapatkan dari proses *trial and error*. **Tabel 1** menunjukkan hasil proses *trial and error* penentuan parameter arsitektur JST.

Tabel 1. Hasil penentuan parameter JST

JST #1		JST #2	
Jumlah neuron <i>hidden layer</i>	Akurasi	Jumlah neuron <i>hidden layer</i>	Akurasi
16	61,5	15-5	83,5
16	74,5	15-5	77
20	75	25-10	79
20	70	25-10	77
25	78	25-10	85

Tabel 1 menunjukkan bahwa hasil terbaik didapatkan dari jumlah *neuron 1 hidden layer* berjumlah 25 *neuron* dan jumlah *neuron* pada 2 *hidden layer* adalah 25 dan 10. Fungsi aktivasi yang digunakan adalah logsig.

3.2.2. Penentuan parameter input JST

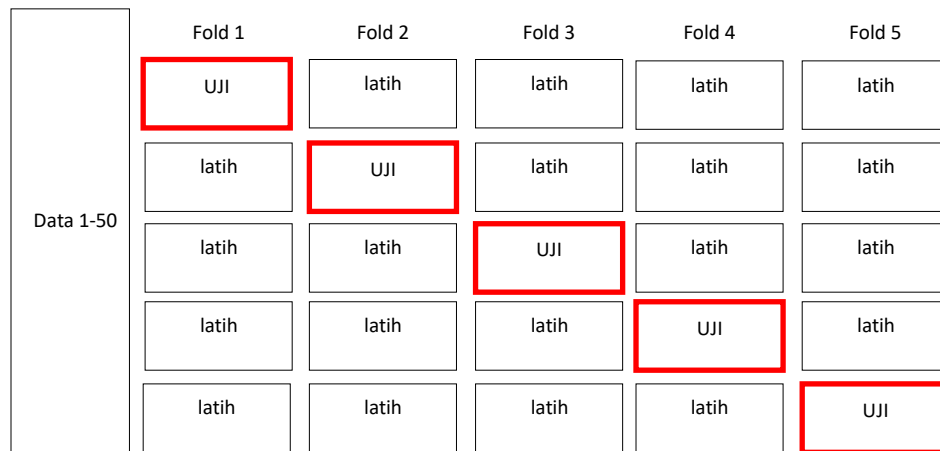
Langkah selanjutnya adalah penentuan parameter input klasifikasi penyakit pada daun stroberi untuk mendapatkan hasil yang terbaik. Dalam penelitian ini dicoba beberapa variasi parameter input JST, yaitu sebagai berikut:

- 1) 21 parameter input, meliputi: *mean* (H, S, V, L*, a*, b*), standar deviasi (H, S, V, L*, a*, b*) *contrast, correlation, homogeneity, energy, entrophy, area, perimeter, eccentricity, metric*
- 2) 19 parameter input, meliputi: *mean* (H, S, V, L*, a*, b*), standar deviasi (H, S, V, L*, a*, b*) *contrast, correlation, homogeneity, energy, entrophy, area, perimeter*
- 3) 19 parameter input, meliputi: *mean* (H, S, V, L*, a*, b*), standar deviasi (H, S, V, L*, a*, b*) *contrast, correlation, homogeneity, energy, entrophy, metric*
- 4) 12 parameter input, meliputi: *mean* (R, G, B), *contrast, correlation, homogeneity, energy, entrophy, area, perimeter, eccentricity, metric*
- 5) 10 parameter input, meliputi: *mean* (R, G, B), *contrast, correlation, homogeneity, energy, entrophy, area, perimeter*
- 6) 10 parameter input, meliputi: *mean* (R, G, B), *contrast, correlation, homogeneity, energy, entrophy, eccentricity, metric*

Dari keenam percobaan yang dilakukan, percobaan ke-4 dengan 12 parameter input menghasilkan hasil pelatihan terbaik.

3.2.3. Tahap validasi dengan *k-fold cross validation*

Setelah mendapatkan hasil terbaik yaitu JST #2 dengan jumlah neuron *hidden layer* 25 dan 10 serta 12 parameter input yaitu *mean R, mean G, mean B, contrast, correlation, energy, entrophy, homogeneity, area, perimeter, eccentricity*, dan *metric* kemudian divalidasi menggunakan metode *k-fold cross validation*. Data penyakit yang telah klasifikasikan kemudian dibagi menjadi 5 kelas dengan bobot masing-masing dataset penyakit adalah sama. Sebanyak 40 data dijadikan sebagai data latih dan 10 data dijadikan data uji. Menurut Berrar [10], *cross validation* hampir sama seperti teknik subsampling acak berulang, namun pengambilan sampelnya sedemikian rupa sehingga tidak ada dua dataset yang sama (*overlap*). Sasongko [11], menyatakan bahwa fungsi *k-fold cross validation* supaya tidak ada *overlapping* pada data testing. Skema *k-fold cross validation* pada penelitian ini ditampilkan pada **Gambar 7**. Validasi dilakukan lima iterasi dan hasilnya dapat dilihat pada **Tabel 2**.



Gambar 7. Skema *k-fold cross validation*.

Tabel 2. Perbandingan rata-rata nilai akurasi data hasil *k-fold cross validation* JST #1 dan JST #2

Iterasi	Akurasi JST #1		Akurasi JST #2	
	Latih	Uji	Latih	Uji
1	76,5	68	91,5	66
2	79	64	91	78
3	74	68	90,5	74
4	80,5	48	85,5	66
5	84	50	92,5	66
Rata-rata	78,8	59,6	90,2	70

Rata-rata terbesar akurasi data latih dan data uji adalah pada JST #2 dengan nilai berturut-turut yaitu 90,2 dan 70. Hal ini membuktikan bahwa pada penelitian klasifikasi penyakit daun ini JST yang dibuat lebih baik menggunakan 2 *hidden layer*. Fausett [12] menyatakan bahwa jumlah *hidden layer* pada jaringan syaraf tiruan memudahkan proses *training* dalam mengenali pola, namun tidak selalu jaringan yang telah mendapatkan tingkat akurasi tinggi pada saat proses pelatihan mendapatkan nilai yang tinggi juga pada proses pengujian.

Hasil JST pada penelitian ini menunjukkan tingkat akurasi yang cukup tinggi. Salah satu faktor yang mempengaruhi tingkat akurasi tersebut adalah perbedaan intensitas cahaya pada saat pengambilan data di ruang terbuka. Menurut Pranata [13] salah satu faktor kualitas citra adalah tingkat pencahayaan. Salah satu faktor luar yang diakibatkan oleh pencahayaan akan menyebabkan sebuah benda mempunyai warna yang berbeda.

4. KESIMPULAN

Metode terbaik dalam pengolahan citra digital untuk identifikasi penyakit pada daun stroberi adalah menggunakan segmentasi *k-means clustering* dengan model warna $L^*a^*b^*$. Untuk klasifikasi penyakit daun stroberi, arsitektur JST yang terbaik adalah menggunakan dua *hidden layer* dengan parameter input berupa 12 parameter citra yaitu mean R, mean G, mean B, *contrast*, *correlation*, *energy*, *entropy*, *homogeneity*, *area*, *perimeter*, *eccentricity*, dan *metric*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hanif, Z. and Ashari, H., "Factors affecting the development of strawberry in Indonesia", *Proceeding of International Conference on Tropical Horticulture*, pp. 151-155. Yogyakarta, 2013.
- [2] Badan Pusat Statistik, (2017). *Data statistik 2014-2017 produksi stroberi di Indonesia*. (on-line), <http://badanpusatstatistik.ac.id//> diakses 8 juni 2019.
- [3] Tupamahu, F., Christyowidiasmoro, dan Purnomo, M.H., "Ekstraksi fitur citra untuk klasifikasi penyakit pada daun tanaman jagung berdasarkan tekstur dan warna", *Seminar Nasional Aplikasi Sains dan Teknologi*, pp. A1-A8. Yogyakarta, 2014.
- [4] Wang, Z., Wang, K., Yang, F., Pan, S., Han, Y., and Zhao, X., "Image enhancement for crop trait information acquisition system", *Information Processing In Agriculture*. Vol. 5: 433-442, 2018.
- [5] Dhanachandra, N., Manglem, K., and Chanu, Y.J., "Image segmentation using k-means clustering algorithm and subtractive clustering algorithm", *Procedia Computer Science*. Vol. 54: 764-771, 2015.
- [6] Albashish, D., Braik, M.S., and Bani-Ahmad, S., "A framework for detection and classification of plant leaf and stem diseases", *Proceedings of IEEE International Conference on Signal and Image Processing (ICSIP)*, pp. 113-118. Chennai, 2010.

- [7] García-Mateosa, G., Hernández-Hernández, J.L., Escarabajal-Henarejosb, D., Jaén-Terronesa, S., Molina-Martínez, J.M., “Study and comparison of color models for automatic image analysis in irrigation management applications”, *Agricultural Water Management*. Vol. 151: 158-166, 2015.
- [8] Chaudhary, P., Chaudhari, A.K., Cheeran, A.N., and Godara, S., “Color transform based approach for disease spot detection on plant leaf”, *International Journal of Computer Science and Telecommunications*. Vol. 3 No. 6: 65–70, 2012.
- [9] Sulistyono, S.B., Woo, W.L., Dlay, S.S., “Regularized neural networks fusion and genetic algorithm based on-field nitrogen status estimation of wheat plants”, *IEEE Transactions on Industrial Informatics*. Vol. 13 No. 1: 108-114, Feb 2017.
- [10] Berrar, D., “Cross-validation”, in *Encyclopedia of Bioinformatics and Computational Biology: ABC of Bioinformatics*, Vol. 1, S. Ranganathan, Ed. 2019, pp. 542-545.
- [11] Sasongko, T.B., “Komparasi dan analisis kinerja model algoritma SVM & PSD-SVM: studi kasus klasifikasi jalur minat SMA”, *Jurnal Teknik Informatika & Sistem Informasi*. Vol 2 No 2, 2016.
- [12] Fausett, L., *Fundamental of Neural Networks: Architectures, Algorithm, and Applications*. Florida institute of technology. USA, 1994.
- [13] Pranata, A., “Aplikasi sistem pakar untuk mendiagnosa hama dan penyakit pada tanaman stroberi berbasis web dengan metode forward chaining”, *Jurnal STMIK Atma Luhur*. Babel, 2016.