

IDENTIFIKASI DEFISIENSI UNSUR HARA PADA TANAMAN CABAI MENGUNAKAN *SUPPORT VECTOR MACHINE*

Arie Qur'ania¹, Lita Karlitasari², Sufiatul Maryana³, Cecep Sudrajat⁴, dan Zolla⁵

^{1,2,3,4,5}Program Studi Ilmu Komputer, Universitas Pakuan, Jl. Pakuan No 1 Tegallega Bogor,
Indonesia

¹Email: gurania@unpak.ac.id

²Email: lita.karlitasari@unpak.ac.id

³Email: sufiatul.maryana@unpak.ac.id

⁴Email : cecep.sudrajat@unpak.ac.id

⁵Email : zollaleo8@gmail.com

ABSTRAK

Tanaman seperti halnya makhluk hidup yang lain membutuhkan kombinasi unsur hara untuk hidup tumbuh dan berkembang biak. Unsur hara di dalam tanaman juga dapat dibagi menjadi dua, yaitu unsur hara bergerak (*mobile nutrient*) dan unsur hara tidak bergerak (*immobile nutrient*). Kondisi tanaman yang mengalami defisiensi atau kekurangan unsur hara akan mengalami gangguan pertumbuhan dan mempengaruhi hasil panen daun atau buahnya. Warna daun dapat menjadi ciri tanaman dalam kondisi normal atau mengalami defisiensi unsur hara. Defisiensi unsur hara pada tanaman akan berpengaruh pada bentuk daun, produksi buah dan usia tanaman yang mengakibatkan tanaman tumbuh kerdil, dan lekas mati. Pada produksi buah akan terjadi kerontokan pada bunga atau bakal buah sehingga hasil produksi akan mengalami penurunan. Jika pemeliharaan tanaman dilakukan secara manual, maka setiap tanaman diamati untuk kemudian dianalisis apakah mengalami defisiensi unsur hara berdasarkan ciri fisiknya, dan proses ini memerlukan waktu dan ketelitian pengamatan. Manfaat penelitian ini adalah dapat mengidentifikasi defisiensi unsur hara pada tanaman cabai berbasis citra berdasarkan ciri warna *Red, Green, Blue* (RGB) dan ciri ekstraksi tekstur. Tujuan penelitian ini adalah membuat aplikasi berbasis *machine learning* dengan metode klasifikasi *Support Vector Model* (SVM) untuk mengidentifikasi kekurangan unsur hara yang terbagi dalam empat kelas, yaitu kekurangan nitrogen (N) dan fosfor (P), kekurangan P dan kalium (K), kekurangan N dan K, serta daun cabai dengan kelas normal. Data tanaman yang menjadi sampel pada penelitian ini adalah sebanyak 120 data dengan hasil akurasi sebesar 84,4%.

Kata kunci: defisiensi unsur hara, RGB, analisis tekstur, SVM

ABSTRACT

Plants, like other living things, need a combination of nutrients to live, grow and reproduce. Nutrients in plants can also be divided into two, namely mobile nutrients and immobile nutrients. The condition of deficient plants or lacking in nutrients will experience growth disturbances and affect the yield of leaves or fruit. Leaf color can be a characteristic of plants under normal conditions or experiencing nutrient deficiencies. Deficiency of nutrients in plants will affect leaf shape, fruit production and plant age resulting in stunted growth and rapid death of plants. In fruit production, there will be loss of flowers or ovaries so the production will decrease. If plant maintenance is done manually, then each plant is observed to then be analyzed for nutrient deficiency based on its physical characteristics, and this process requires time and observation accuracy. The benefit of this research is that it can identify nutrient deficiencies in image-based chilli plants based on the Red, Green, and Blue (RGB) color characteristics and texture extraction features. The purpose of this study is to create a machine learning-based application using the Support Vector Model (SVM) classification method to identify nutrient deficiencies which are divided into four classes, namely nitrogen (N) and phosphorus (P) deficiencies, P and potassium (K) deficiencies, and nitrogen (N) and phosphorus (P) deficiencies. N and K, as well as chilli leaves with a normal class. The plant data sampled in this study consisted of 120 data with an accuracy of 84.4%.

Keywords: nutrient deficiency, RGB, texture analysis, SVM

1. PENDAHULUAN

Tanaman seperti halnya makhluk hidup yang lain membutuhkan kombinasi unsur hara untuk hidup tumbuh dan berkembang biak. Kebutuhan unsur hara terdapat tanaman terdiri atas dua kategori yaitu nutrisi makro dan nutrisi mikro. Nutrisi makro dibutuhkan dalam jumlah banyak. Unsur hara di dalam tanaman juga dapat dibagi menjadi 2, yaitu unsur hara bergerak (*mobile nutrient*) dan unsur hara tidak bergerak

(*immobile nutrient*) [1]. Defisiensi unsur hara pada tanaman menyebabkan penurunan produksi tanaman, sehingga dengan mengenal ciri fisik dari tanaman yang mengalami defisiensi dengan bantuan sistem akan lebih cepat dalam membantu pengguna dalam penanganan lebih cepat pula. Sistem yang dibangun melibatkan teknologi pengolahan citra. Penelitian tentang pengolahan citra digital untuk identifikasi tanaman sudah dilakukan diantaranya adalah identifikasi dini jenis tanaman obat melalui ciri daun melalui berbagai teknik *machine learning* yaitu dengan metode dimensi fraktral [2], pengembangan identifikasi tanaman obat menggunakan kode fraktral [3].

Identifikasi gejala defisiensi unsur hara melalui gejala yang ada pada bagian tanaman telah dilakukan oleh [4]. Penelitian ini membuat sebuah alat yang dapat melakukan estimasi kandungan nitrogen dalam padi. Hasil pengolahan melalui citra digital dibandingkan hasil yang diperoleh melalui spektroradiometer. [5] telah membuat aplikasi pendeteksi nitrogen dan kalium dalam sawi hijau, [6] membuat sistem deteksi tanaman gandum yang kekurangan unsur hara, serta [7] yang membuat aplikasi otomatis untuk mendeteksi kekurangan unsur hara pada tanaman kopi.

Tanaman membutuhkan unsur hara N, P, dan K karena berperan penting dalam masa vegetatif agar tumbuh dengan baik [8]. Asupan unsur hara N dan P yang cukup akan mempengaruhi terhadap panjang, lebar dan jumlah daun sehingga akan menghasilkan daun sayur yang sehat [9]. Kondisi tanaman yang mengalami defisiensi atau kekurangan unsur hara akan mengalami gangguan pertumbuhan dan mempengaruhi terhadap hasil panen daun atau buahnya. Warna daun dapat menjadi ciri tanaman dalam kondisi normal atau mengalami defisiensi unsur hara. Defisiensi unsur hara pada tanaman akan berpengaruh pada bentuk daun, produksi buah dan usia tanaman yang mengakibatkan tanaman tumbuh kerdil dan lekas mati, pada produksi buah akan terjadi kerontokan pada bunga atau bakal buah sehingga hasil produksi akan mengalami penurunan.

Penelitian ini akan mengembangkan aplikasi untuk identifikasi kekurangan unsur hara makro (defisiensi) yaitu unsur nitrogen (N), Posfor (P), dan kalium (K). Data dalam bentuk citra digital tanaman akan diolah untuk diklasifikasikan ke dalam empat kelas, yaitu tanaman yang tidak terkena defisiensi unsur hara (normal), defisiensi unsur NP, PK, dan NK. Kebutuhan unsur hara merupakan salah satu kebutuhan untuk perkembangbiakan tanaman di awal masa tumbuh. Kebutuhan unsur hara dapat dipenuhi dengan penambahan unsur hara melalui kegiatan pemupukan. Pengendalian unsur hara tanaman dapat dilakukan dengan melihat gejala yang dimunculkan oleh tanaman. Sebagai contoh, defisiensi unsur hara dapat dilihat melalui gejala yang muncul pada bagian tanaman misalnya daun. Jika pemeliharaan tanaman dilakukan dengan cara manual, maka setiap tanaman diamati untuk kemudian dianalisis dan memerlukan waktu untuk mengidentifikasi defisiensi unsur haranya. Berdasarkan permasalahan tersebut maka peneliti mengusulkan teknik klasifikasi menggunakan SVM untuk mengidentifikasi defisiensi unsur hara pada tanaman cabai berbasis citra berdasarkan ciri warna RGB dan ciri ekstraksi tekstur.

2. MATERI DAN METODE

Akuisisi Citra

Data yang digunakan pada penelitian merupakan data primer yang sudah dilakukan pelabelan berdasarkan kriteria yang telah dipublikasikan pada <https://www.jardcs.org/abstract.php?id=4934>. Data tanaman diperoleh dari perlakuan tanaman yang dikondisikan kekurangan unsur hara. Data daun cabai dalam penelitian ini dibagi dalam 4 kriteria. Setiap kriteria memiliki ciri-ciri seperti ditunjukkan pada Gambar 1.

Variable	Kriteria	Citra	Ciri-ciri
K (-NP)	Kekurangan Nitrogen dan Phospor		Terlihat sedikit pucat dan sedikit menguning
N (-PK)	Kekurangan Phospor dan Kalium		terlihat sangat menguning
NPK	Normal		daun terlihat gelap
P (-NK)	Kekurangan Nitrogen dan Kalium		daun terlihat hijau pucat dan sedikit terlihat terbakar

Gambar 1. Kriteria kekurangan unsur hara pada tanaman cabai

Pra-proses Citra

Pra-proses pertama yang dilakukan dalam penelitian ini adalah *cropping* daun pada citra tanaman cabai dan warna latar belakang citra diubah menjadi putih polos. Tahap pra-proses citra ditunjukkan pada Gambar 2. Contoh hasil pra-proses citra ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 2. Tahap praproses citra



Gambar 3. Contoh hasil pra-proses citra

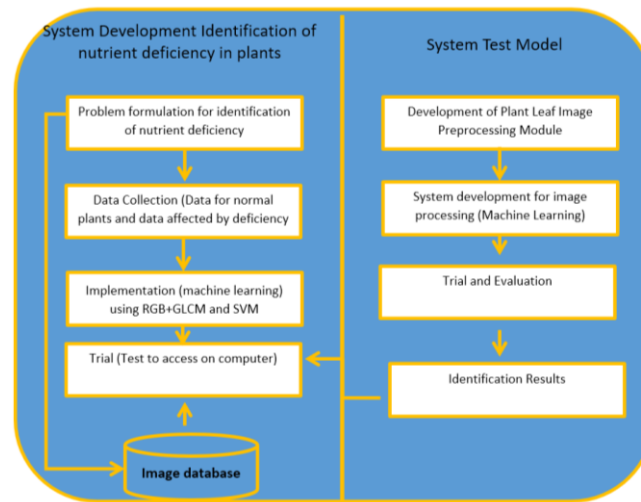
Unsur Hara Tanaman

Faktor penting untuk keberhasilan hampir setiap sistem pertumbuhan tanaman adalah kontrol dan penyesuaian nutrisi tanaman. Pengelolaan nutrisi yang tepat dapat membantu mengoptimalkan hasil, biaya produksi, dampak lingkungan, dan kualitas produk hortikultura. Kekurangan nutrisi menyebabkan malfungsi dalam metabolisme tanaman dan, pada gilirannya, pengurangan pertumbuhan dan perkembangan tanaman [10]. Nitrogen merupakan konstituen dari banyak molekul penting seperti protein, asam nukleat, asam amino, dan molekul sinyal. *Nitric oxide* (NO), misalnya, diketahui penting untuk pergerakan stomata. Ini juga berperan dalam apoptosis, perkecambahan dan banyak mekanisme lainnya [11]. Gejala yang paling umum dari defisiensi unsur N pada tanaman adalah klorosis seragam dari seluruh helaian daun dari daun yang lebih tua. Warna hijau daun yang terserang menjadi lebih cerah hingga daun tampak kuning. Proses pencerahan menyebar ke daun yang lebih muda, dan penuaan daun yang lebih tua dimulai [12].

P adalah nutrisi tanaman utama dan sangat penting untuk metabolisme energi. Berkurangnya pemaian daun juga menyebabkan daun tampak hijau lebih gelap atau bahkan kebiru-biruan. Unsur P berfungsi untuk menghindari radikal yang dapat merusak struktur dan molekul seluler. Unsur P dapat menghasilkan antosianin yang dapat menyerap radiasi *Ultraviolet* (UV) yang berbahaya dan bertindak sebagai pengikat radikal bebas. K merupakan unsur penting untuk pertumbuhan, perkembangan dan reproduksi tanaman. K merupakan unsur penting untuk pertumbuhan, perkembangan dan reproduksi tanaman [13].

Metode Penelitian

Metode penelitian menggunakan bagan alir seperti Gambar 4.



Gambar 4. Bagan alir penelitian

Ekstraksi Fitur Warna Daun

Ekstraksi fitur warna pada daun terdiri dari *mean*, *skewness* dan kurtosis:

a) *Mean*

Persamaan (1) menunjukkan rumus *Mean* yang merupakan rata-rata nilai piksel (P_{ij}) pada masing-masing channel R, G dan B.

$$\mu = \frac{1}{MN} \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N P_{ij} \dots\dots\dots (1)$$

di mana M dan N secara berturut-turut adalah nilai panjang dan lebar piksel pada citra.

b) *Skewness* dan kurtosis

Skewness adalah derajat ketidaksimetrisan suatu distribusi warna. Nilai *skewness* =1, maka dikatakan tidak simetris dan sebaliknya apabila nilai *skewness* = 0, maka dikatakan simetris. Sedangkan kurtosis merupakan derajat keruncungan dari distribusi warna yang relatif diukur terhadap distribusi warna normal. Persamaan untuk *skewness* dan kurtosis ditunjukkan pada Persamaan (2) dan (3), di mana untuk *skewness* nilai n adalah 3, dan untuk kurtosis nilai n adalah 4.

$$\theta = \frac{\sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N (P_{ij} - \mu)^3}{MN\sigma^3} \dots\dots\dots (2)$$

$$\gamma = \frac{\sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N (P_{ij} - \mu)^4}{MN\sigma^4} \dots\dots\dots (3)$$

Ekstraksi Tekstur Fitur Daun

Ciri tekstur merupakan ciri penting dalam sebuah gambar yang merupakan informasi berupa susunan struktur permukaan suatu citra. Dalam penelitian ini menggunakan *Gray Level occurrence Matrix* (GLCM) sebagai matrik pengambilan nilai keabuan dari sebuah citra. Berikut merupakan tahapan yang digunakan dalam pengambilan ciri tekstur dari sebuah citra.

1. Citra warna diubah menjadi citra *grayscale*
2. Masing-masing nilai dari RGB citra dirubah menjadi abu-abu dengan menggunakan rumus sebagai berikut: keabuan = $0,2989 * R + 0,5870 * G + 0,1140 * B$
3. Piksel baru = setPixel (255, nilai keabuan, nilai keabuan, nilai keabuan)
4. Segmentasi nilai warna ke dalam 16 bin 5 Hitung nilai-nilai *cooccurrence matrix* dengan arah 0 derajat
5. Hitung informasi ciri tekstur yaitu yaitu *contrast*, *correlation*, *energy* dan *homogeneity*.

Contrast digunakan berfungsi mengukur perbedaan antar titik dalam suatu objek. *Energy* berfungsi mengukur keseragaman tekstur dari objek. *Energy* disebut juga angular second moment (ASM) menunjukkan nilai yang tertinggi saat piksel-piksel gambar homogen. *Homogeneity* berfungsi mengukur keseragaman suatu objek. *Correlation* adalah ukuran tingkat abu-abu ketergantungan linier antara piksel pada posisi tertentu terhadap piksel lain. *Homogeneity* menunjukkan nilai distribusi antara elemen.

Klasifikasi Dengan SVM

Klasifikasi menggunakan SVM dengan empat macam pengujian yaitu dengan *resize* gambar 120x120, ekstraksi fitur warna RGB, ekstraksi empat fitur tekstur GLCM, dan gabungan ekstraksi fitur warna RGB dan analisis tekstur. Parameter SVM dicobakan menggunakan beberapa nilai C dan α .

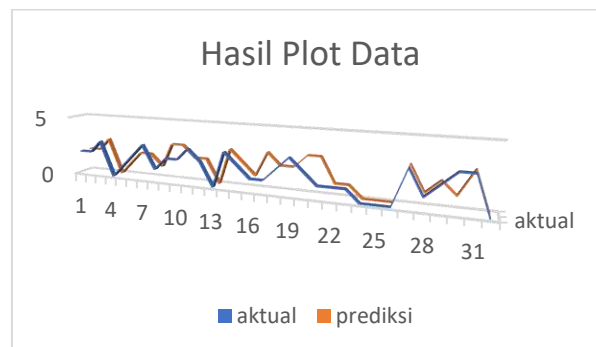
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian dengan serangkaian percobaan nilai parameter C dan α menghasilkan yang paling optimal dengan $C=1$ dan $\alpha=0,0001$ dengan kernel RBF, *poly*, *sigmoid*, dan linear seperti pada Tabel 1.

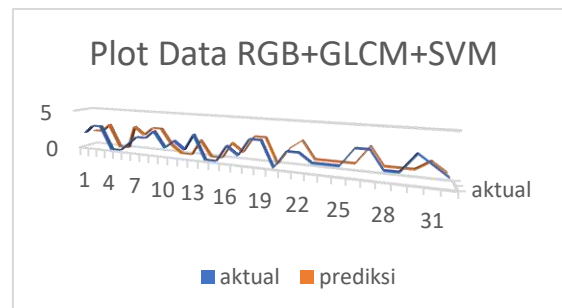
Tabel 1. Hasil Uji coba

Skenario Percobaan	RBF	<i>Poly</i>	<i>Sigmoid</i>	Linear
<i>Resize</i>	71,875%	84,375%	84,375%	84,375%
GLCM	50%	46,875%	46,875%	46,875%
RGB	62,5%	62,5%	62,5%	62,5%
GLCM+RGB	71,875%	71,875%	71,875%	71,875%

Hasil uji coba menunjukkan bahwa menggunakan SVM tanpa ekstraksi fitur menghasilkan nilai akurasi tertinggi sebesar 84,4% untuk kernel *poly*, *sigmoid* dan linear, sedangkan untuk nilai akurasi terendah menggunakan ekstraksi tekstur GLCM yaitu 46,9%, nilai akurasi dapat ditingkatkan dengan penggabungan ekstraksi fitur warna dan GLCM sebesar 71,9%. Hasil uji coba *plot resize* dengan SVM ditunjukkan pada Gambar 5, sedangkan plot data aktual dan prediksi pada gabungan fitur warna dan tekstur GLCM ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 5. Hasil aktual dan prediksi dengan SVM



Gambar 6. Hasil aktual dan prediksi fitur RGB+GLCM dengan SVM

Untuk hasil akurasi dan *confusion matrix* ditunjukkan pada Gambar 7.

```

----- Evaluation on Test Data -----
Accuracy Score: 0.71875
      precision    recall  f1-score   support

     0       0.71      1.00      0.83         5
     1       0.80      0.80      0.80        10
     2       0.71      0.62      0.67         8
     3       0.62      0.56      0.59         9

   accuracy          0.72         32
  macro avg          0.71         32
 weighted avg          0.72         32

Confusion Matrix:
[[5 0 0 0]
 [1 8 0 1]
 [1 0 5 2]
 [0 2 2 5]]
  
```

Gambar 7. Hasil evaluasi data *testing*

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil implementasi SVM untuk identifikasi empat kelas kekurangan unsur hara pada tanaman cabai menunjukkan bahwa tanpa proses ekstraksi fitur warna dan tekstur menghasilkan nilai tertinggi pada ke 3 kernel SVM yaitu *poly*, *sigmoid*, dan linear dengan akurasi tertinggi sebesar 84,4%. Untuk klasifikasi terendah pada ekstraksi tekstur GLCM sebesar 46,9%. Hal ini menunjukkan data yang tersedia antara kelas normal dan kelas terindikasi kekurangan unsur hara secara ciri tekstur sulit dibedakan. Akurasi meningkat ketika ada proses penggabungan fitur warna RGB dan fitur tekstur GLCM dengan akurasi mencapai 71,9 % dengan parameter $C=1$ dan $\alpha=0.0001$.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. A. Silva and R. S. Uchida, *Plant nutrient management in Hawaii's soils: Approaches for tropical and subtropical agriculture*. Honolulu, HI: College of Tropical Agriculture & Human Resources, University of Hawaii at Manoa, 2000.
- [2] Harsani P, Mulyana, and M. Prasetyorini. *Application of Image Retrieval Using Fractal Dimension to Identify Medicinal Plant* in Proceeding Internasional Seminar on Science Technology Innovations, 2012. ISBN 1978-602-95064-5-7.
- [3] Harsani P, Qurania A, and Triastinuriatiningsih, *Pengembangan Web Services Identifikasi Tanaman menggunakan Kode Fraktal dalam Sistem Informasi Tanaman Obat Indonesia*, in Proceeding Seminar Nasional Teknologi Informasi Komunikas dan Manajemen. Palembang, 2014.
- [4] Tewari VK, Ashok Kumar Arudra, Satya Prakash Kumar, Vishal Pandey, and Narendra Singh Chandel, "Estimation of plant nitrogen content using digital image processing," *Agric Eng Int: CIGR Journal*, vol. 15, no. 2, pp. 78-86, July 2013. [Online]. Available: <http://www.cigrjournal.org>.
- [5] I Putu Gede Budisanjaya, "Identifikasi Nitrogen Dan Kalium Pada Daun Tanaman Sawi Hijau Menggunakan Matriks Co-Occurrence, Moments Dan Jaringan Saraf Tiruan,". Thesis, Universitas Udayana Denpasar, 2013.
- [6] Casanova JJ, Susan A. O'Shaughnessy, Steven R. Evett, and Charles M. Rush, "Development of a Wireless Computer Vision Instrument to Detect Biotic Stress in Wheat." *Sensors* 2014, vol. 14, no. 9, pp. 17753-17769, 2014, doi: <https://doi.org/10.3390/s140917753>.
- [7] D. Monsalve, M. Trujillo and D. Chaves, "Automatic classification of nutritional deficiencies in coffee plants," *6th Latin-American Conference on Networked and Electronic Media (LACNEM 2015)*, Medellin, 2015, pp. 1-6, doi: <https://doi.org/10.1049/ic.2015.0317>.
- [8] Syafruddin, Nurhayati, dan Ratna Wati, "Pengaruh Jenis Pupuk Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Beberapa Varietas Jagung Manis," *Jurnal Fakultas Pertanian Universitas Syiah Kuala Darussalam*, vol. 7, no. 1, pp. 107-114, 2012. [Online]. Available: <https://jurnal.usk.ac.id/floratek/article/view/524>.
- [9] Alex, S., *Usaha Tani Cabai: Kiat Jitu Bertanam Cabai di Segala Musim*. Yogyakarta: Pustaka Baru Press, 2016.
- [10] Petra Marschner, "Rhizosphere biology," in Marschner's mineral nutrition of higher plants, pp. 369-388. Academic Press, 2012.
- [11] E. Baudouin and J. T. Hancock, "Nitric oxide signaling in plants," *Plant Sci.* 4:553, doi: <https://doi.org/10.3389/fpls.2013.00553>.
- [12] M.H. Behboudian, A.H. Pickering, E. Dayan, "Deficiency diseases, Principles," *Thomas B, Murray BG, Murphy DJ (eds) Encyclopedia of applied plant sciences*, vol. 1, pp. 219-224, 2017, doi: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-394807-6.00121-0>.
- [13] Xuejun Liu, Wen Xu, Yuepeng Pan, and Enzai Du, "Liu et al. suspect that Zhu et al may have underestimated dissolved organic nitrogen (N) but overestimated total particulate N in wet deposition in China," *Science of The Total Environment*, vol. 512, pp. 300-301, doi: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.03.004>.