

Identifikasi Pohon Tropis di Daerah Perkotaan Menggunakan *Multispectral Drone Imagery*

Tropical Trees Identification in Urban Areas Using Multispectral Drone Imagery

Zainal Abidin¹, Fatchurrohman², Okta Q. Aziz³

^{1,2,3}Teknik Informatika, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang

E-mail: ¹zainal@ti.uin-malang.ac.id, ²fatchur@ti.uin-malang.ac.id, ³okta.qomaruddin@uin-malang.ac.id

Abstrak

Vegetasi di daerah perkotaan tumbuh diantara gedung dan jalan. Bangunan di sekitar pohon berdampak pada identifikasi tanaman menggunakan citra drone. Paper ini menjelaskan tentang perbandingan kemampuan citra drone pada band cahaya tampak, *near infrared*, dan *red-edge* untuk identifikasi pohon tropis di daerah perkotaan. Kami menyusun dataset yang berisi paduan pohon saman (*Samanea Saman*), cemara (*Casuarina equisetifolia*), dan pohon-lain. Setiap citra melalui tahapan proses *filtering*, *segmentasi*, dan *classification*. Hasil uji coba menunjukkan bahwa band cahaya tampak dapat mengidentifikasi saman, cemara, dan pohon-lain dibandingkan dengan citra pada *band near-infrared* dan *red-edge*.

Kata kunci: Multispektral, citra drone, identifikasi pohon tropis

Abstract

Vegetation in urban areas grows between buildings and roads. The environment around trees has an impact on plant identification using drone imagery. This paper describes the comparison of drone imagery capabilities of visible, near-infrared, and red-edge bands in the identification of tropical trees in urban areas. We compiled a dataset containing a mix of saman (Samanea Saman), cypress (Casuarina equisetifolia) trees, and other trees. Each image goes through the stage of filtering, segmentation, and classification processes. The test results show that the visible band of light can identify saman, cypress, and other-tree compared to images in the near-infrared and red-edge bands.

Keywords: Multispectral, drone imagery, tropical tree identification

1. PENDAHULUAN

Pengenalan tanaman menggunakan citra satelit telah membantu bidang kehutanan dan pertanian. Citra satelit digunakan untuk menentukan luasan lahan, luasan kanopi, jenis tanaman, umur tanaman, dan kesehatan tanaman. Citra satelit memerlukan biaya yang cukup besar. Oleh karena itu, beberapa peneliti menggunakan kamera saku digital [1, 2] dan citra drone [3, 4, 5] untuk menggantikan peran citra satelit. Citra dari kamera saku menggunakan CNN untuk mengenali fitur morfologi daun dan pohon. Kamera saku dapat menangkap fitur pohon dengan detail, namun kamera saku mempunyai area tangkapan citra yang tidak luas. Peran kamera saku digantikan dengan kamera pada drone agar kamera mendapat menangkap citra dari area yang lebih luas [3, 4, 5].

Citra drone lebih detil dan terjangkau oleh masyarakat umum dibandingkan dengan citra satelit. Namun, kebanyakan citra drone menggunakan format warna RGB. Padahal di daerah tropis, pohon-pohon didominasi warna hijau. Warna kanopi pohon antara hijau muda sampai hijau tua, sehingga sulit membedakan jenis pohon hanya berdasarkan warna. *Deep learning* menghasilkan performa yang sangat baik [3, 4, 5], tetapi *deep learning* membutuhkan waktu dan sumber daya komputasi yang besar. Sementara itu, drone telah berkembang dapat membawa kamera multi spektral. Namun, citra dari kamera multi spektral tidak dikhususkan untuk deteksi

jenis tanaman. Citra multi spektral dimungkinkan mempunyai kemampuan untuk mendukung citra RGB.

Paper ini menguji kemampuan citra drone menggunakan kamera pada band *red-edge* dan *near-infrared* untuk mendeteksi pohon. Kemampuan kedua citra dibandingkan dengan kemampuan citra drone berformat RGB. Kami memandang suatu pohon mempunyai *biosignature* yang berbeda dengan pohon yang lain [6, 7], sehingga setiap jenis pohon mempunyai komposisi organik yang berbeda [8, 9]. Oleh karena itu, kami menguji kemampuan citra cahaya tampak (*green layer*), citra *red-edge* dan *near-infrared* untuk deteksi jenis pohon karena ketiga citra menangkap pantulan cahaya dari unsur organik. Kemampuan ketiga citra tersebut dipandang dari morfologi pohon dan daun berdasarkan *matched filter* dan *basic feature classification*. Kontribusi paper ini adalah studi perbandingan kemampuan citra dari band cahaya tampak, *red-edge*, dan *near-infrared* identifikasi pohon berkayu khususnya saman dan cemara.

Kami menyusun dataset yang berisi citra pohon berkayu pada daerah perkotaan. Daerah perkotaan memberikan citra yang memuat variasi objek yang kompleks. Daerah ini memberikan citra pepohonan dengan tambahan jalan dan gedung. Jalan, gedung, dan rumah dibangun dari bahan organik dan anorganik. Kami mengeksplorasi kemampuan mengidentifikasi pohon melalui citra dari cahaya tampak (*green layer*), *red-edge* dan *near-infrared*. Pohon dengan background dapat dipisahkan dari citra pada *green layer*, sehingga *green layer* dapat mengidentifikasi pohon. Citra dari *band red-edge* dan *near-infrared* menangkap semua vegetasi sehingga menyebabkan *over segmentasi*.



Gambar 1 Citra dalam dataset yang digunakan untuk uji coba, (a) pohon Saman muda, (b) pohon Saman tua, dan (c) pohon Cemara.

2. METODE PENELITIAN

Kami mengakuisisi citra vegetasi menggunakan drone DJI X dengan camera RGB, RE, dan NIR di jalan veteran, kota malang, Propinsi Jawa Timur pada waktu pagi. Citra memuat vegetasi dengan bauran gedung dan jalan. Setiap citra dikelompokan berdasarkan keragaman objek-objek yang termuat dalam citra. Pengelompokan citra menggunakan *hierarchical clustering* [6, 7]. Kami memilih citra dalam cluster yang memiliki area dengan rasio pohon lebih tinggi dari pada bukan pohon. Kemudian kami menyeleksi anggota kluster terpilih untuk memastikan citra berisi kanopi pohon.

Gambar 1 adalah contoh citra hasil seleksi yang menjadi anggota dataset. Gambar 1a citra kanopi pohon saman setelah melalui masa meranggas, pohon ini dinamai saman muda. Kanopi saman muda terdiri atas daun berwarna hijau muda dan tua. Gambar 1b adalah area kanopi saman tua. Bauran hijau tua menandakan pohon Saman tua. Kanopi cemara (Gambar 1c) cenderung berwarna hijau keabuan. Ketiga citra hanya memiliki sedikit area bukan pohon.

Identifikasi pohon tropis dimulai dari *filtering*, segmentasi. *Filtering* menggunakan *whitemask matched filter* [12]. *Matched filter* mempertegas edge dari kumpulan daun dalam kanopi dari setiap pohon. Segmentasi digunakan untuk membedakan kanopi pohon dengan objek-objek bukan pohon. Identifikasi pohon menggunakan fitur: bentuk, ukuran, dan intensitas ketetanggaan. Pada identifikasi ini, kami memilih bentuk *disk* karena kumpulan daun cenderung berbentuk lingkaran *solid* kecil seperti disk. Citra hasil segmentasi dibandingkan dengan *ground truth*. Kami mengevaluasi metode identifikasi pohon tropis ini menggunakan F-Score [14]. Alur identifikasi pohon didapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Alur identifikasi pohon dan evaluasi

2.1 Filter dan Segmentasi

Matched filter $h(n)$ untuk deteksi tepi dapat dinyatakan dengan persamaan (1 dengan k adalah konstanta dari signal pre-processor pada *signal to noise ratio* [12]. Prinsip-prinsip utama dari deteksi tepi menggunakan *matched filter*, yaitu:

- Identifikasi *matched filter* melalui analisa *imaging processing* dan model tepi dari image natural.
- Hitung *edge response* menggunakan *matched filter*.
- Kurangi respon rendah atau diskontinu di ketetanggaan $1 \times n$ atau $n \times 1$.
- Hitung magnitude dari *edge response* dan orientasinya menggunakan filter vertikal dan horizontal.
- Binerisasi magnitude citra dengan batasan lokal dinamis yang ditentukan dengan *edge response* dari ketetanggaan $m \times m$.

Edge response untuk setiap piksel dapat dihitung menggunakan persamaan (2).

$$h(n) = k \cdot \operatorname{erf}\left(\frac{n}{\sqrt{2}\sigma}\right) \quad (1)$$

$$\begin{cases} G_V(i, j) = \left| \sum_{m=\frac{N-1}{2}}^{\frac{N-1}{2}} \sum_{n=\frac{N-1}{2}}^{\frac{N-1}{2}} f(i+n, j+m) \cdot h(n, m) \right| \\ G_H(i, j) = \left| \sum_{m=\frac{N-1}{2}}^{\frac{N-1}{2}} \sum_{n=\frac{N-1}{2}}^{\frac{N-1}{2}} f(i+n, j+m) \cdot h(n, m) \right| \end{cases} \quad (2)$$

$$C = \frac{P^2}{A} \quad (3)$$

$$R = 4AP^2 \quad (4)$$

2.2 Seleksi Fitur

Fitur yang digunakan untuk seleksi piksel menggunakan *compactness* suatu arrea berdasarkan itensitas ketetanggaan [2]. Seleksi menggunakan area berbentuk disk dengan ukuran 5. Seleksi fitur menggunakan intensitas ketanggaan antara 10 sampai dengan 20. Kerapatan ketanggaan dihitung dari dengan *compactness* (persamaan 3), di mana P adalah perimeter dan A adalah luas area area.

2.3 Klasifikasi

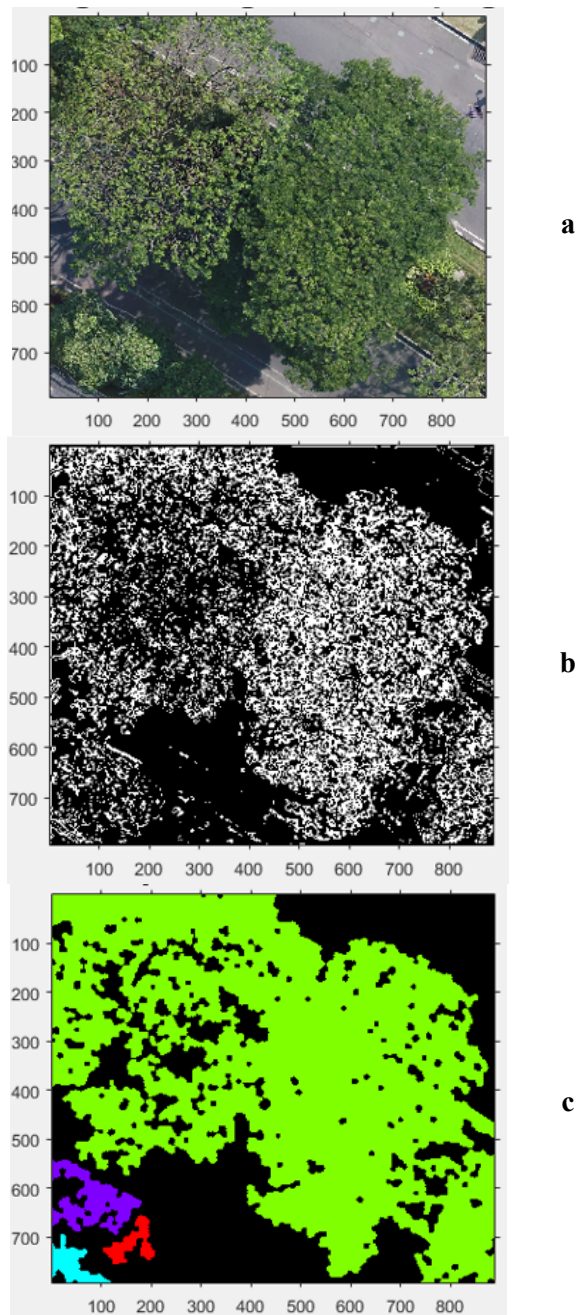
Kelas piksel ditentukan menggunakan persamaan persamaan (4, dimana R adalah identitas objek yang bersifat unik. Objek dikelompokkan berdasarkan nilai R . R menjadi acuan untuk klasifikasi piksel. R dari citra dibandingkan dengan nilai R untuk setiap pohon dan dipilih nilai yang paling dekat. Klasifikasi R dianalogikan sebagai identitas pohon.

2.4 Evaluasi

Citra hasil segmentasi dibandingkan dengan *ground truth*. *Ground truth* diperoleh dengan menandai citra dengan objek sebenarnya melalui pengamatan langsung ke lokasi pengambilan dataset. Uji coba identifikasi menggunakan 20 citra dari setiap band RGB, NIR, dan RE. Dataset berisi citra yang memuat pohon saman (*Samanea Saman*) [13], cemara (*Casuarina Equisetifolia*) [13], dan pohon lain (selain saman dan cemara). Kami mengevaluasi metode identifikasai pohon tropis ini menggunakan F-Score [14].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kami fokus pada kanal hijau pada citra RGB karena kanopi pohon didominasi warna hijau (Gambar 3a). Gambar 3b menunjukkan citra hasil filtering dengan parameter whitemask 160, ukuran disk 5, dan nilai intensitas ketetanggaan antara 9 sampai dengan 20. Filtering dapat mempertegas kanopi pohon dan objek bukan pohon, tetapi daun dengan warna hijau tua (dark karena kurang cahaya) dianggap objek bukan pohon, lihat pada Gambar 3b bagian bawah tengah. Segmentasi menghasilkan warna hijau, biru, ungu, dan merah (Gambar 3c). Warna hijau muda menunjukkan saman tua, tetapi metode ini mengenali saman selesai meranggas (saman muda) sebagai saman tua. Pohon lain dideteksi sebagai saman muda (ungu) dan cemara (merah). Batas trotoar dideteksi sebagai pohon lain (merah). Identifikasi pohon menggunakan citra cahaya tampak mencapai rerata F1-score: saman muda 61% , saman tua 51%, cemara 48%, dan pohon lain 68% (lihat Tabel 1).

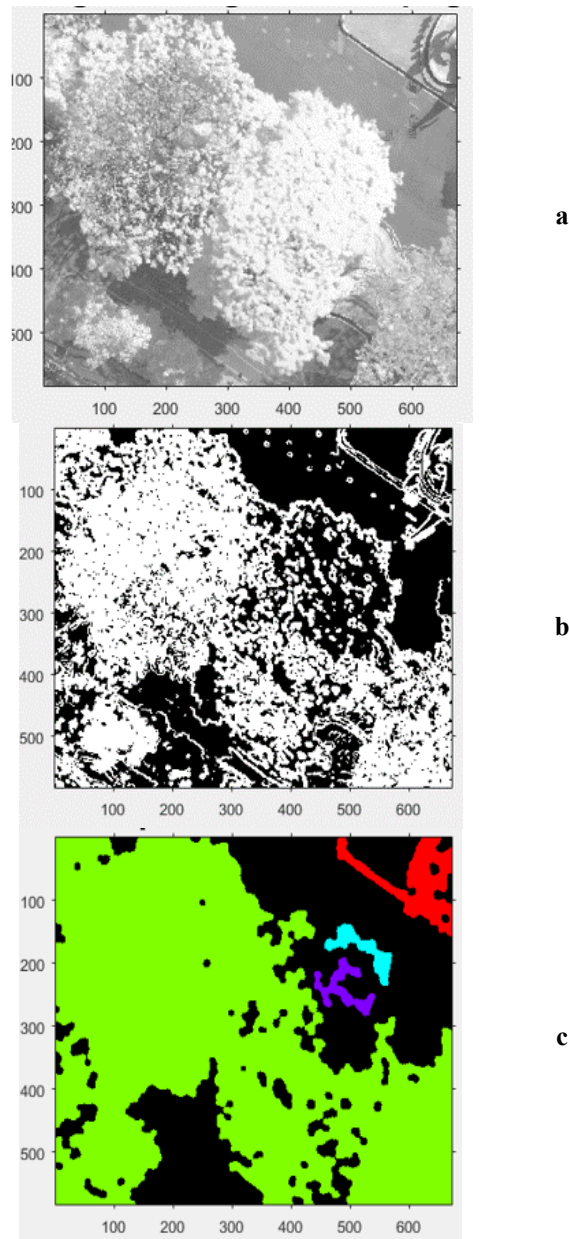


Gambar 3: Identifikasi pohon dengan citra RGB, (a) Citra RGB, (b) citra tersegmentasi, (c) citra untuk klasifikasi.

Citra NIR berformat gray level (Gambar 4a). Identifikasi menggunakan parameter whitemask 190, ukuran disk 5, dan intensitas ketetangaan antara 9 sampai 20. Kanopi berwarna putih (gray tinggi) menandakan daun bersuhu tinggi karena terpapar matahari. Kanopi putih terfilter oleh whitemask, sehingga sebagian kanopi hilang karena kanopi dianggap latar belakang (Gambar 4b). Segmentasi dapat menunjukkan empat objek berbeda (Gambar 4c), tetapi area saman tua (hijau) tidak mampu diidentifikasi dengan baik.

Kanopi dari pohon-lain diidentifikasi sebagai saman karena kanopi berwarna gray rendah. Pohon-lain bersuhu rendah karena pohonnya lebih rendah dari saman sehingga terlindung dari paparan sinar matahari. Ada kesalahan identifikasi pada saman muda (ungu) dan cemara (biru) karena kedua pohon terlindung dari matahari (pohon berada dalam bayangan saman). Objek

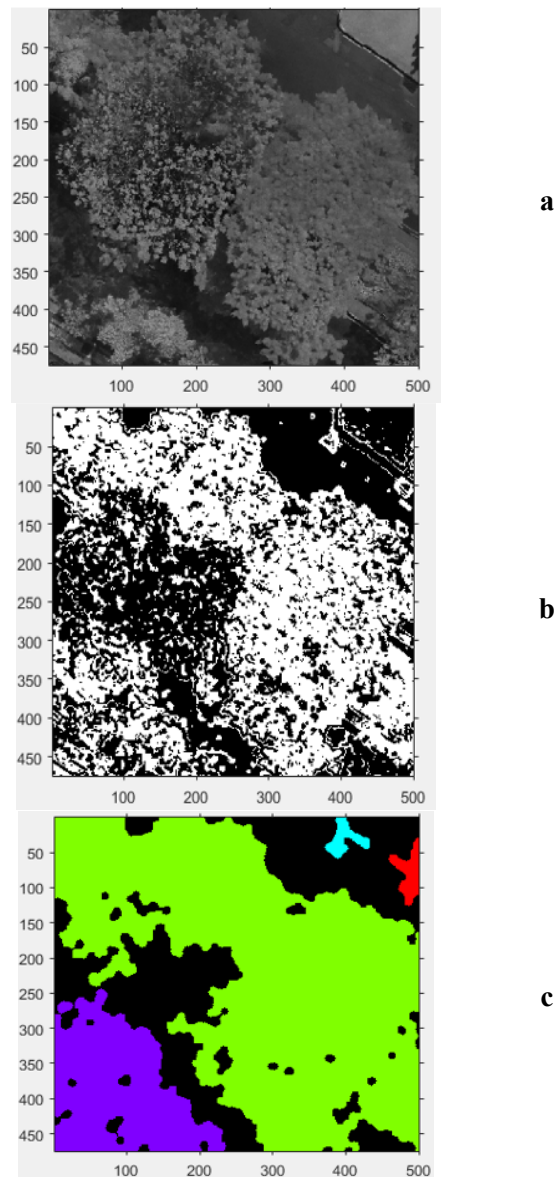
berwarna merah menunjukkan trotoar dan monumen yang dideteksi sebagai pohon-lain. Citra NIR dapat mengidentifikasi dengan rerata F1-score: saman muda 53%, saman tua 49%, cemara 38%, dan pohon-lain 55% (lihat Tabel 1). Citra RE berformat gray (Gambar 5a). Citra RE menangkap daun dengan baik, tetapi kanopi pohon kecil ditangkap sebagai daun pohon utama. Identifikasi pohon pada citra RE menggunakan parameter whitemask 160, ukuran disk 5, dan intensitas ketetanggaan 9 sampai dengan 22. Filtering dapat memperjelas pola kanopi pohon, tetapi kanopi lebih lebar karena kanopi pohon kecil bergabung menjadi kanopi utama (Gambar 5b). Gambar 5c menunjukkan hasil segmentasi. Identifikasi dapat menandai saman tua pada citra RE, tetapi metode ini menandai saman muda (selesai meranggas) sebagai saman tua.



Gambar 4: Identifikasi pohon dengan citra NIR, (a) Citra NIR, (b) citra tersegmentasi, (c) citra terklasifikasi

Namun sebagian saman muda yang baru tumbuh diidentifikasi sebagai bukan pohon. Identifikasi saman muda melalui citra RE terjadi kesalahan identifikasi saman muda (ungu), cemara (biru), dan pohon-lain (merah). Pohon-lain pada Gambar 5c teridentifikasi sebagai

saman muda. Objek bukan pohon (trotoar dan bayangan bangunan) diidentifikasi sebagai pohon lain. Identifikasi pohon pada citra RE dengan ground truth mencapai rerata F1-Score: saman muda 49%, saman tua 44%, cemara 51%, dan other 45% (lihat Tabel 1).



Gambar 5: Identifikasi pohon pada citra red edge, (a) citra red edge, (b) citra hasil proses filtering, (c) citra hasil klasifikasi.

Tabel 1: Perbandingan kemampuan drone imagery menggunakan band RGB, NIR, dan RE untuk identifikasi pohon

Vegetasi	F1-Score		
	RGB	NIR	RE
Saman Muda	61%	53%	49%
Saman Tua	51%	49%	44%
Cemara	48%	38%	51%
Pohon-lain	68%	55%	45%

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Paper ini membandingkan kemampuan band RGB, NIR, dan RE dalam drone imagery untuk identifikasi pohon. Citra band RGB dapat mengidentifikasi pohon dengan rerata F1-Score 57%. Kanopi saman-muda dan pohon-lain berwarna hijau terang sehingga kedua pohon mudah teridentifikasi dengan band RGB. Pohon cemara mendapat F1-Score rendah karena daun cemara berwarna hijau terang dan daunnya berbentuk jarum.

Identifikasi pohon mencapai rerata F1-score 48.75% menggunakan citra dari band NIR. Citra band NIR menangkap gelombang pantulan dari vegetasi tak berkayu menyebabkan semak belukar tersegmentasi sebagai pohon berkayu. Tambahan area semak belukar ke kanopi pohon berkayu berdampak pada *over* segmentasi. Selain itu, sebagian kanopi dari pohon berdaun lebat terfilter karena kanopi mempunyai nilai *gray* yang tinggi. Bangunan berwarna terang memantulkan gelombang NIR sehingga teridentifikasi sebagai vegetasi.

Citra RE menangkap pantulan cahaya dari aktivitas klorofil. Identifikasi pohon melalui citra RE memperoleh rerata F1-score 47.25%. Kondisi lingkungan dan pohon mempengaruhi aktivitas klorofil. Citra dari dataset diambil pada pagi, dimana pohon belum mendapat sinar matahari dengan baik. Kami menduga pohon belum bermetabolisme secara sempurna. Daun cemara berbentuk jarum, sehingga semua daun mendapat sinar matahari dengan baik. Oleh sebab itu, citra RE dapat mengidentifikasi pohon cemara dengan F1-Score tertinggi dibanding pohon saman dan pohon-lain.

Ketiga band dapat mengenali kanopi pohon yang berdaun lebat. Pohon yang meranggas tidak teridentifikasi sebagai pohon karena pohon tidak mempunyai media yang cukup untuk memantulkan gelombang. Citra dari *green layer* dapat mengidentifikasi pohon saman lebih baik dari citra dari band NIR dan RE. Citra dari *green layer* lebih tahan terhadap pengaruh lingkungan dan kondisi tanaman. Namun, citra dari *green layer* tidak dapat membedakan objek-objek lain yang berwarna menyerupai daun. Citra RE dapat mampu mengidentifikasi pohon cemara lebih baik dibanding dengan pohon saman.

Citra dari *green layer* dapat membedakan pohon dan memisahkan objek bukan pohon. Filtering pada *green layer* dapat memperjelas kanopi pohon, tetapi segmentasi menggunakan satu layer belum mampu mempertegas perbedaan jenis pohon dengan baik. Kami berencana untuk mencari metode segmentasi yang lebih sesuai untuk identifikasi pohon pada citra dari *green layer*. Penambahan band RE dan NIR pada citra *green layer* mungkin dapat meningkatkan kemampuan mengidentifikasi pohon. Penggabungan ketiga layer diharapkan dapat mengidentifikasi beragam jenis pohon dalam satu area. Selain itu, kami perlu meningkatkan kemampuan *filtering* untuk mengeleminasi semak belukar dan objek bukan pohon guna mengurangi *over* segmentasi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. Dvořák, J. Müllerová, T. Bartaloš and J. Brůna, Unmanned aerial vehicles for alien plant species detection and monitoring, *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, Vols. XL-1/W4, pp. 83-90, 2015.
- [2] K. Itakura, T. Hata and F. Hosoi, *Tree Species Classification Using Leaf and Tree Trunk Images*, in *GARSS 2020 - 2020 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium*, 2020.
- [3] K. Jing, W. a. D. L. Fuwei, K. Yu and L. Buying, *Research on Tree Classification Algorithm Based on Morphology and Leaf*, in *2020 International Conference on Computer Vision, Image and Deep Learning (CVIDL)*, 2020.
- [4] K. James and K. Bradshaw, Detecting plant species in the field with deep learning and drone technology, *Methods in Ecology and Evolution*, vol. 11, 2020.
- [5] M. Onishi and T. Ise, Explainable identification and mapping of trees using UAV RGB image and deep learning., *Scientific Reports* 11, 2021.
- [6] S. Seager, E. L. Turner, J. Schafer and E. B. Ford, Vegetation's red edge: a possible spectroscopic biosignature of extraterrestrial plants, *Astrobiology*, vol. 5, no. 3, p. 372, 2005.

- [7] E. W. Schwieterman, Surface and Temporal Biosignatures, in Handbook of Exoplanets, *Springer Cham*, 2018, pp. 3173-3201.
- [8] Ü. Niinemets, O. Kull and J. D. Tenhunen, Variability in Leaf Morphology and Chemical Composition as a Function of Canopy Light Environment in Coexisting Deciduous Trees, *International Journal of Plant Sciences*, vol. 160, no. 5, pp. 837-848, 1999.
- [9] H. POORTER and M. BERGKOTTE, Chemical composition of 24 wild species differing in relative growth rate, *Plant, Cell & Environment*, vol. 15, no. 2, pp. 221-229, 1992.
- [10] S. C. Johnson, Hierarchical clustering schemes, *Psychometrika*, vol. 32, pp. 241-254, 1987.
- [11] F. Murtagh and P. Contreras, Algorithms for hierarchical clustering: an overview, *WIREs Data Mining and Knowledge Discovery*, vol. 2, no. 1, pp. 86-97, 2011.
- [12] L. Hai-bo, J. An-bo, X. Ling-yun and S. Chun-yan, *Edge detection using matched filter*, *The 27th Chinese Control and Decision Conference*, 2015.
- [13] C. R. Elevitch, *Traditional Trees of Pacific Islands: Their Culture, Environment, and Use*, Hawaii: Permanent Agriculture Resource, 2006.
- [14] M. Sokolova, N. Japkowicz and S. Szpakowicz, *Beyond Accuracy, F-Score and ROC: A Family of Discriminant Measures for Performance Evaluation*, in *AI 2006: Advances in Artificial Intelligence, Berlin, Heidelberg, Springer Berlin Heidelberg*, 2006, pp. 1015-1021.
- [15] Y. Ozaki, W. F. McClure and A. Christy, *Near-Infrared Spectroscopy in Food Science and Technology*, New Jersey: John Wiley & Sons, 2007.
- [16] P. C. Williams and S. G. Stevens, Near-infrared reflectance analysis: food industry applications, *Trends in Food Science & Technology*, vol. 1, pp. 44-48, 1990.
- [17] M. Luoto, T. Toivonen and R. K. Heikkinen, Prediction of total and rare plant species richness in agricultural landscapes from satellite images and topographic data, *Landscape Ecology*, vol. 17, pp. 195-217, 2002.