Prosiding Seminar Nasional Lingkungan Lahan Basah *p-ISSN 2656-5021*
Volume 9 Nomor 2 Halaman 331-342 April 2024 *e-ISSN 2657-1579*

PLANT HEALTH DETECTION PADA VEGETASI LAHAN BASAH BERBASIS MODIFIED CAMERA-DRONE

Oni Soesanto[a], Tanto Budi Susilo[b], Moch. Idris[a]

[a]Matematika FMIPA ULM, [b]Prodi Kimia FMIPA ULM

Email korespondensi: osoesanto@ulm.ac.id

ABSTRAK

Salah satu bidang pada penginderaan jauh (remote sensing) adalah di bidang pertanian yang banyak dikenal dengan precision agriculture. Precision agriculture bergantung pada penggunaan teknologi informasi yang berkembang saat ini seperti drone untuk mengumpulkan informasi yang sesuai seperti pemantauan pertumbuhan tanaman, dan stres tanaman. Platform umum yang banyak digunakan dalam remote sensing adalah teknologi Global Navigation Sattelite System (GNSS) yang teradapat pada pesawat terbang dan satelit. Penggunaan drone sebagai alternatif berbiaya rendah, lebih fleksibel dan real time dibanding pesawat atau satelit. Penggunaan kamera atau webcam multispektral berbasis indeks vegetasi untuk sistem citra drone terkendala mahalnya sensor jika dibandingkan dengan webcam digital RGB biasa. Beberapa ukuran indeks vegetasi yang fapat digunakan untuk identifikasi kesehatan tanaman adalah Green Normalized Difference Vegetation Index (GNDVI), Green Ratio Vegetation Index (GRVI) Normalized Difference Water Index (NDWI) dan masih banyak lagi, diterapkan menggunakan citra multispectral. Dalam tulisan ini membahas model kajian algoritma image segemntation dari citra multispectral hasil pencitraan pada modifikasi camera drone dengan filter blocking near infrared (NIR) pada lensa webcam dan diterapkan di wilayah lahan basah untuk mengetahui plant health (water stress, laju fotosintesis dan konsentrasi klorofil) pada vegetasi penutup di lingkungan lahan basah. Hasil pengujian pada algoritma segmentasi menggunakan red filter menunjukan rata-rata accuracy sebesar 76,77% dan sensitivity sebesar 64,95% dengan kemampuan deteksi GNDVI sebesar 27,81%,, untuk deteksi GRVI sebesar 7,64% dengan accuray 82,29% dan sensitivity 100%, dan deteksi NDWI sebesar 16,24%, dengan accuray 82,87% dan sensitivity 100%, atau dengan kata lain vegetasi di area tersebut mengalami kondisi unhealth. Rendahnya nilai GNVI, GRVI dan NDWI (<50%) menunjukkan bahwa kondisi vegetasi unhealth yang disebabkan musim kemarau panjang.

Kata kunci: vegetation index, segmentasi vegetasi, precision agriculture, modified-camera.

PENDAHULUAN

Teknologi pertanian pada dekade terakhir menunjukkan perkembangan yang sangat pesat, tidak hanya peran dan kepentingannya dalam penyediaan bahan dan produk turunannya saja namun telah berkembang pada sistem pertanian yang berbasis teknologi informasi. Salah satu aspek yang menjadi perhatian selain aspek teknis dan produksi adalah aspek sistem manajemen guna dapat mencapai pembangunan secara ekonomis dan lingkungan untuk proses pertanian (Hassanein, *et.al*. 2018). Untuk kebutuhan tersebut, diperlukan sistem manajemen khusus untuk mendistribusikan input yang berbeda berdasarkan kebutuhan masing-masing tempat di bidang pertanian yang dapat menghindari penyalahgunaan sumber daya serta menghindari efek kerusakan pada lingkungan sekitarnya. Sistem manajemen seperti itu dinamakan *smart farming* atau *precision agriculture*, yang dapat diartikan

sebagai penggunan teknologi yang tepat untuk melakukan kegiatan pertanian yang tepat pada waktu dan lokasi yang tepat (Andritoiu, *et.al*. 2018; Guo et.al, 2017). Penggunaan *precision agriculture* sebagai sistem manajemen untuk industri pertanian telah menjadi salah satu dari sepuluh revolusi teratas di bidang pertanian terutama distribusi data input secara intensif menyesuaikan kebutuhan di lapangan (Mulla, 2013; Xu *et.al*. 2018). Oleh karena itu, sistem manajemen *precision agriculture* bergantung pada penggunaan teknologi dalam pengumpulkan informasi yang sesuai dan mendeteksi kebutuhan setiap zona dengan pengendalian proses distribusi input (Hassannein, et.al. 2018, Artizzu, *et.al*. 2011). Contoh utama untuk teknologi ini adalah penginderaan jauh (*remote sensing*) yang memiliki kemampuan besar untuk memberikan informasi penting untuk aktivitas tersebut. Platform umum yang sering dipakai adalah satelit dan pesawat terbang yang menyediakan teknologi *Global Navigation Satellite System* (GNSS) dengan kemampuan untuk memperoleh citra (*images*) yang mencakup area yang luas dalam waktu singkat. Dalam hal ini citra digunakan untuk memantau pertumbuhan tanaman, stres tanaman, dan memprediksi hasil panen. GNSS mampu meningkatkan resolusi spasial bersama dengan mengontrol resolusi temporal namun memiliki keterbatasan lain terutama biaya dan akses dengan waktu yang dibutuhkan untuk mencakup bidang pertanian yang luas. Oleh karena itu, kendaraan udara tak berawak (*unmanned aerial vehicles* (UAV)) atau *drone* telah diperkenalkan dan digunakan sebagai solusi alternatif yang lebih murah dan fleksibel (Hassannein, et.al. (2018; Xu et.al, 2018).

Pencitraan menggunakan drone dianggap sebagai alternatif berbiaya rendah untuk sistem penginderaan jauh dibandingakan dengan penggunaan pesawat udara dan satelit. Citra dari drone memberikan resolusi spasial yang lebih tinggi karena terbang di ketinggian yang lebih rendah, di mana resolusi spasial tersebut mampu memberikan informasi yang diperlukan untuk aplikasi pertanian yang berbeda, seperti deteksi gulma, deteksi baris tanaman, dan pemantauan kesehatan tanaman. Selain itu, sistem kamera drone dapat menyediakan sistem pencitraan resolusi temporal tinggi yang mampu memperoleh citra secara *real-time* dan fleksibel (Rokmana dan Nuha, 2019; Hassannein, *et.al.* 2018).

Image processing hasil pencitraan dengan drone bergantung pada penggunaan *computer vision* dalam pemrosesan citra untuk mengekstraksi informasi yang sesuai dengan tujuan yang ditargetkan, seperti ekstraksi citra vegetasi, atau proses segmentasi vegetasi. Proses segmentasi vegetasi bertujuan untuk mengklasifikasikan piksel yang berbeda pada citra yang diperoleh menjadi beberapa kelas yaitu kelas vegetasi dan kelas non-vegetasi. Kelas vegetasi menyertakan semua objek tanaman dalam gambar sebagai tanaman dan gulma, sedangkan objek lainnya termasuk dalam kelas non-vegetasi (Hassanein, *et.al,* 2018, Soesanto, *et.al*., 2022). Untuk menghindari kesalahan klasifikasi yang dapat mempengaruhi kualitas output yang ditargetkan, ekstraksi vegetasi, segmentasi vegetasi, atau pada proses reduksi background citra dengan cara yang tepat. Beberapa ukuran indeks vegetasi yang sering

digunakan adalah *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI), *Normalized Difference Water Index* (NDWI), *Difference Vegetation Index* (DVI), *Green Ratio Vegetation Index* (GRVI), *Green Normalized Difference Vegetation Index* (GNDVI) dan masih banyak lagi, diterapkan menggunakan citra multispektral, dengan memanfaatkan multispektral yang berbeda terutama NIR (*Near Infra Red*), *Red channnel dan Green channel* (Netto, *et.al*, 2019; Xu *et.al,* 2017).

Webcam multispektral merupakan perangkat fotokonduktif yang sensornya sensitif terhadap panjang gelombang near-infrared (NIR), tetapi sebagian besar kamera standar belum dilengkapi dengan filter pemblokiran panjang gelombang cahaya tampak RGB band. Sedangkan RGB dan NIR pada citra digunakan dalam pemantauan vegetasi karena kontras yang kuat dari pantulan vegetasi antara inframerah dan citra asli. Sifat citra NIR menjadi lebih penting karena kepekaannya terhadap vegetasi. Citra NIR diperoleh dengan mengganti *filter blocking* dengan *long-pass infrared filter* pada sensor (Netto, *et.al*., 2019). *Normalized Difference Vegetative Index* (NDVI) merupakan salah satu indikator yang banyak digunakan dalam remote sensing untuk mengukur aktivitas photosintesis pada vegetasi. NDVI dapat dihitung dari rasio ternormalisasi NIR band dan visible band dari hasil citra terfilter. (Miller, *et.al*. 2020, Mulla, 2013). Penggunaan webcam multispektral berbasis indeks vegetasi untuk sistem citra drone terkendala mahalnya sensor jika dibandingkan dengan webcam digital RGB biasa. Identifikasi kesehatan vegetasi pada suatu areal bisa menggunakan gelombang cahaya *near infrared* range gelombang cahaya 700 nm – 1000 nm (Netto, *et.al.*, 2018). Warna *green* paling banyak dicerminkan oleh daun tanaman yang khas untuk tanaman yang sehat, karena penyerapan klorofil dalam warna *blue* dan *red*. Meskipun pantulan warna *green* dapat digunakan, namun metode berbasis *near infrared* dan *infrared* memberikan hasil yang jauh lebih baik dalam memantau kesehatan tanaman (laju fotosintesis dan konsentrasi klorofil) dan stres tanaman (terutama oleh air) (Chung, *et.al,* 2018).

Indikasi kesehatan (*plant health*) dan stres vegetasi pada area yang luas membutuhkan resolusi tinggi yang secara proporsional sebanding dengan mahalnya biaya yang dikeluarkan yang biasanya menggunakan citra satelit atau pesawat terbang sehingga penggunaan teknologi drone menjadi pilihan alternatif yang lebih murah dan fleksibel. Pada penelitian ini dilakukan modifikasi webcam pada drone dengan menambahkan filter *near infrared/nfrablue* yang memiliki kemampuan menangkap citra *multi spectral NIR* (*Near Infra Red*), R dan G channel. Secara standard biasanya kamera drone yang tersedia dipasaran telah terinstal *visible filter* yang hanya memiliki kemampuan menangkap gelombang cahaya tampak pada panjang gelombang 300 nm – 700 nm.

Ekosistem lahan basah tidak hanya berfungsi sebagai habitat bagi tumbuhan dan hewan yang beradaptasi secara khusus, tetapi juga langsung bermanfaat bagi lingkungan masyarakat, seperti penyimpanan air, retensi dan transformasi hara (Xu, *et.al*, 2017). Sementara itu, dengan mengetahui

kondisi vegetasi penutupan lahan serta arahan pengendaliannya dapat meningkatkan produktivitas lahan untuk kesejahteraan masyarakat (Kadir dan Badaruddin, 2015). Mengingat pentinganya mengetahui kondisi vegetasi tutupan lahan terutama penerapannya pada lingkungan lahan basah, maka segmentasi vegetasi pada lahan basah diharapkan mampu untuk menunjang informasi tentang kondisi kesehatan vegetasi penutup (*plant health*) maupun pertaniah melalui identifikasi *water stress*, laju fotosintesis dan konsentrasi klorofil pada vegetasi penutup.

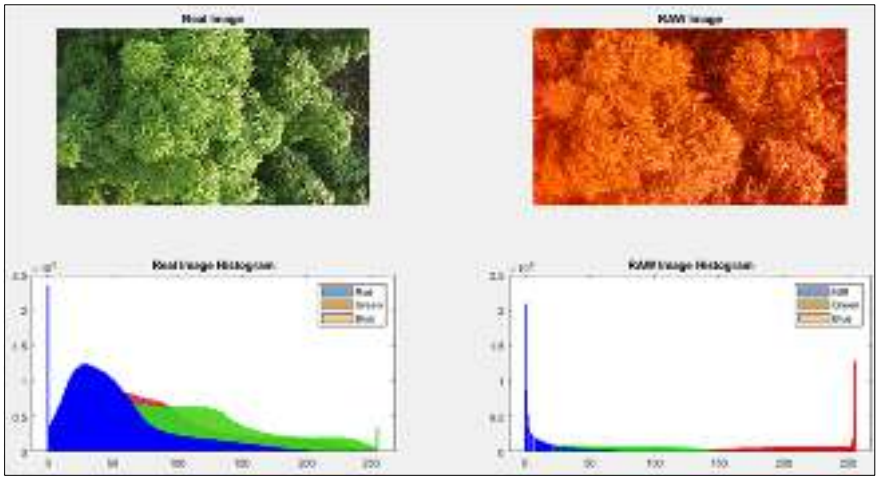
METODE PENELITIAN

Image Acquisition

Data penelitian adalah data citra yang diambil menggunakan drone dengan beberapa variasi ketinggian menyesuaikan kemampuan drone. Survey dan pemilihan lokasi dipilih disekitar wilayah Kota Banjarbaru dan Kabupaten Banjar Propinsi Kalimantan Selatan yang memiliki spesifikasi lahan gambut yaitu di daerah Bati-bati Kabupaten Tanah Laut (3°33'45.5"S 114°50'34.0"E). Data citra diambil pada ketinggian 12 m dengan kecepatan terbang drone 4 m/s dengan resolusi citra 2250x4000 pixel dalam format RGB dan skala kalibrasi luasan 600 pixel/0.5 meter. Digital kamera yang digunakan dalam penelitian ini kamera DJI Mavic Mini dengan sensor 1/2.3" yang telah dimodifikasi dengan penambahan *super blue/red filter* dari Infagram Public Lab. Kamera standar drone dirancang untuk mengambil citra cahaya tampak dalam format RGB, sedangkan modifikasi kamera drone dengan menambahkan filter *super blue/super red* akan menyebabkan filter secara selektif memblokir sebagian warna merah demikian sebaliknya.

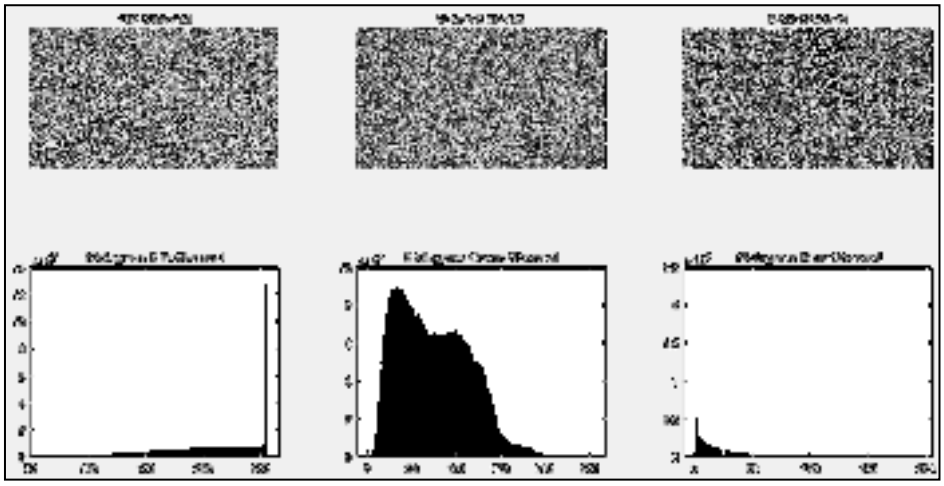
Ada dua tipe data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu citra *ground truth* (*real image*) dan citra *raw* (*filtered image*). Sampel citra diambil di lokasi penelitian dengan mempertimbangkan detil objek citra dan posisi presisi koordinat antara *ground truth image* dan *raw image*. Hal ini perlu dilakukan pada proses validasi guna menghitung luasan *vegetation cover* antara *ground truth image* dan *raw image*.

Kalibrasi citra juga dilakukan terhadap beberapa variasi ketinggian dan kecepatan terbang drone untuk mendapatkan citra hasil terbaik. Faktor lain yang sangat menentukan adalah intensitas cahaya matahari dan kecepatan angin. Intensitas cahaya matahari sangat menentukan terhadap kualitas citra, sedangkan kecepatan angin akan berpengaruh terhadap presisi koordinat lokasi antara *ground truth image* dan *raw image*. Citra *ground truth* digunakan sebagai pembanding luasan vegetasi real dengan luasan vegetasi hasil segmentasi dari citra raw pada proses validasi seperti di gambarkan pada Gambar1.



(a) Ground truth image *(b). raw image*

Gambar 1. *Image Acquisition*



(a) *(b)* *(c)*

Gambar 2. Ekstrasi Citra. (a) *red channel*, (b) *green channel,* (c) *blue channel*

Greeness Index

Segmentasi citra vegetasi secara umum merupakan proses pemisahan indeks *greenness* antara objek pada citra yang terindikasi sebagai vegetasi dengan non vegetasi sebagai background. Indeks *greenness* pada vegetasi sendiri dikarakterisasi dengan citra yang berwarna *green*. Formulasi *greenness index* dalam penelitian ini diadaptasi dari beberapa peneliti sebelumya (Netto, *et.al* , 2018; Xue J. dan Su B., 2017; Netto, *et.al*., 2019). Beberapa *greenness index* dinyatakan dalam persamaan berikut:

1. *Normalized Difference Water Index (NDWI)*

NDWI diketahui sangat berkaitan dengan kandungan air tanaman. Oleh karena itu, ini merupakan proksi yang sangat baik untuk mengukur stres air (*water stress*) pada tanaman. Nilai NDWI diperoleh dari persamaan berikut:

$$NDWI = G - \frac{R}{G} + R\,; \qquad NDWI \approx [-1\,,1] \tag{1}$$

2. *Green Ratio Vegetation Index (GRVI)*

Indeks ini sensitif terhadap laju fotosintesis di kanopi hutan, karena pantulan warna hijau dan merah sangat dipengaruhi oleh perubahan pigmen daun. Nilai GRVI diperoleh dari persamaan berikut:

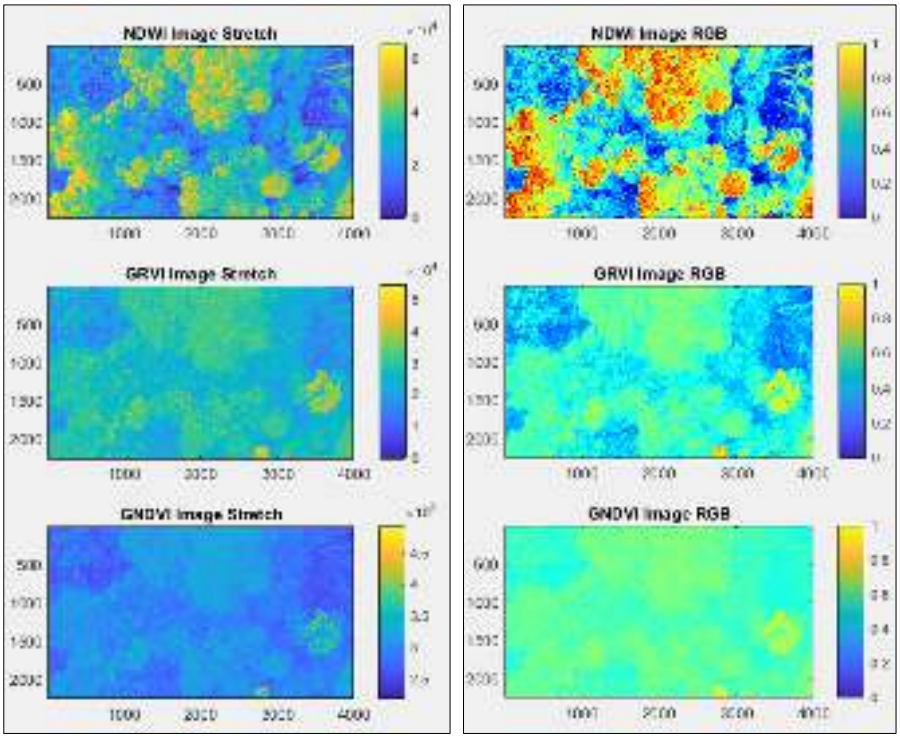
$$GRVI = (G - R)/G \tag{2}$$

3. *Green Normalized Difference Vegetation Index (GNDVI)*

Indeks ini mirip dengan NDVI hanya saja indeks ini mengukur spektrum hijau dari 540 hingga 570 nm, bukan spektrum merah. Indeks ini lebih sensitif terhadap konsentrasi klorofil dibandingkan NDVI. Nilai GNDVI diperoleh dari persamaan berikut:

$$GNDVI = \frac{G - R}{G + R} \tag{3}$$

Ekstrasi citra pada raw image untuk masing-masing greenness index digambarkan sebagai berikut:

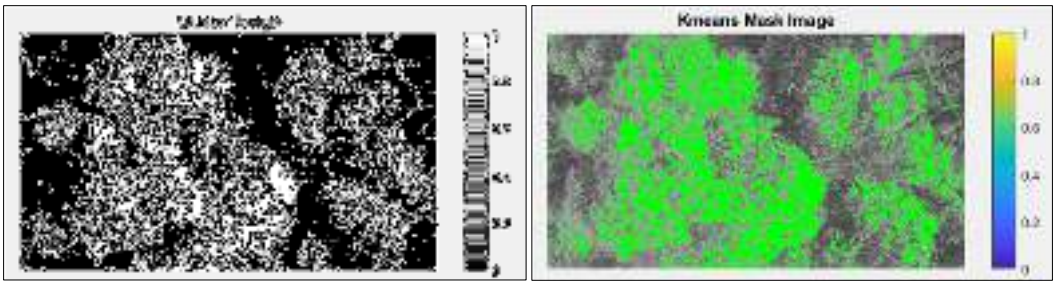


Gambar 2. *Greeness Images Extraction*

Image Segmentation

Image segmentation secara umum merupakan proses pemisahan suatu objek yang dikehendaki dari background objek tersebut. Segmentasi vegetasi dalam peneltian ini adalah suatu proses pemisahan antara citra vegetasi dan non vegetasi. Citra vegetasi dikarakteristik dengan warna green yang dinyatakan dalam greenness index. Segmentasi vegetasi dapat dilakukan dengan beberapa

metode segmentasi antara lain clustering. Segmentasi citra dalam penelitian ini digunakan *kmeans clustering* dengan binerisasi objek kluster hasil segmentasi menggunakan *Threshold binerization*. Proses segmentasi diawali dengan konversi *raw images* (Gambar 1 (b)) menjadi format *greenness index* yang dinyatakan dalam format warna RGB. Citra RGB selanjutnya dikonversi menjadi *grayscale image* (Gambar 3).

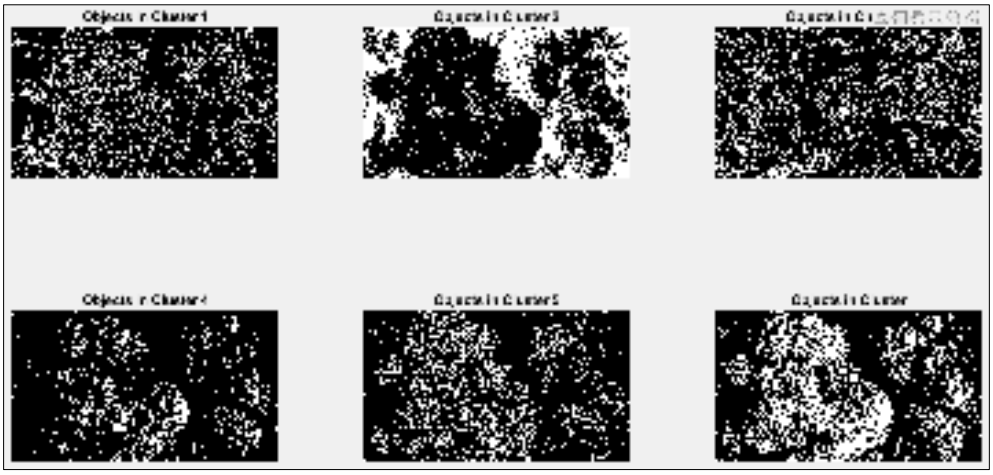


(a) *(b)*

Gambar 3. *(a) grayscale image; (b). Mask image*

Penerapan kmeans clustering untuk segmentasi vegetasi dilakukan pada area-area yang perbedaan warna pada image proccessing. Kmeans clustering mengklasifikasi setiap piksel citra grayscale menjadi sejumlah kluster berdasarkan kemiripan intensitas grayscale setiap piksel dan menghitung jarak piksel tersebut terhadap centroid-nya. Setiap piksel citra akan diklasifikasi pada suatu kluster tertentu, manakala memiliki jarak minimum terhadap centroid kluster tersebut. Pada penelitian ini ditetapkan sejumlah 5 cluster dengan asumsi meliputi vegetasi (pohon, semak, rumput) dan non vegetasi (tanah, air) yang digambarkan sebagai citra biner hasil segmentasi kmeans setiap kluster.

Hasil segmentasi kmeans dengan jumlah kluster 5 dapat dinyatakan dalam Gambar 4. Hasil segmentasi selanjutnya dibandingkan dengan hasil binerisasi dari citra *ground truth* yaitu model segmentasi manual berdasarkan real image dilapangan dalam proses validasi hasil segmentasi. Berdasarkan validasi hasil segmentasi dapat ditentukan persentasi luas area yang ditutupi vegetasi (*vegetation cover*) dan non vegetasi. Evaluasi region juga dilakukan untuk mengetahui persentase accuray, dan sensitivity pada metode segmentasi dengan beberapa variasi model *greenness index* yaitu NDWI, GRVI dan GNDVI sebagai indikator kesehatan daun pada bagian vegetasi penutup.



Gambar 4. *Images cluster*

HASIL DAN PEMBAHASAN

Secara teknis filter super blue dan super red yang ditambahkan pada kamera drone mampu mereduksi sekitar 50% cahaya tampak dari spektrum cahaya biru atau merah, sehingga citra RGB yang dihasilkan dominan kehijauan yang menjadi ciri warna vegetasi. Namun dari sisi image processsing algoritma yang diigunakan relatif lebih sederhana jika dibandingkan citra RGB dari kamera drone tanpa penambahan filter. Selain itu pada citra RGB biasa masih diperlukan algoritma image enhancement untuk meningkatkan kualitas citra, namun proses ini beresiko mereduksi detil vegetasi yang berakibat mempengaruhi *accuracy* dan *sensittvity* pada proses ekstrasi dan segmentasi *image greenness*. Beberapa parameter harus diatur dan dikendalikan dalam algorithma *image enhancement* akan membantu manakala objek segementasinya selain vegetasi tanpa penambahan filter atau citra RGB biasa, sehingga dalam penelitian ini filter *super blue* dan *super red* tetap dibiarkan sebagaimana adanya sesuai dengan spesifikasinya namun dengan menggunakan kalibrasi ketinggian terbaik pada proses *acquisition*.

Penggunaan salah satu filter *super blue* atau *super red* biasa digunakan pada kamera khusus *nearinfra red/near infra blue* dengan tujuan pada indeks kesehatan daun (*water stress*, laju fotosintesis, konsentrasi klorofil) ataupun kesuburan tanah dengan spesifikasi kamera khusus tanpa filter cahaya tampak dengan filter yang telah terpasang secara *portable part* dan spesifikasi drone yang relatif lebih mahal. Untuk tujuan segmentasi vegetasi, hal tersebut dapat dimodifikasi dari drone standar yang relatif murah dengan menambahkan filter *super blue* dan/atau *super red* untuk mereduksi warna merah dan biru pada filter cahaya tampak yang terpasang secara permanen pada kamera drone guna mendapatkan citra RGB tereduksi dengan filter *super blue* dan/atau *super red* yang dipasang.

Segmentasi *threshold* pada citra *ground truth* dilakukan untuk menghitung persentase luasan vegetasi penutup (*Vegetation Canopy*), sedangkan segmentasi treshold juga dilakukan pada citra *grayscle raw* (terfilter *red/blue*) dilakukan untuk mengetahui persentase luasan yang terindikasi

greeness cover. Perbandingan luasan vegetasi penutup dengan *greeness cover* terdeksi dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. *Vegetation Canopy Cover* dan *Greeness Threshold Cover*

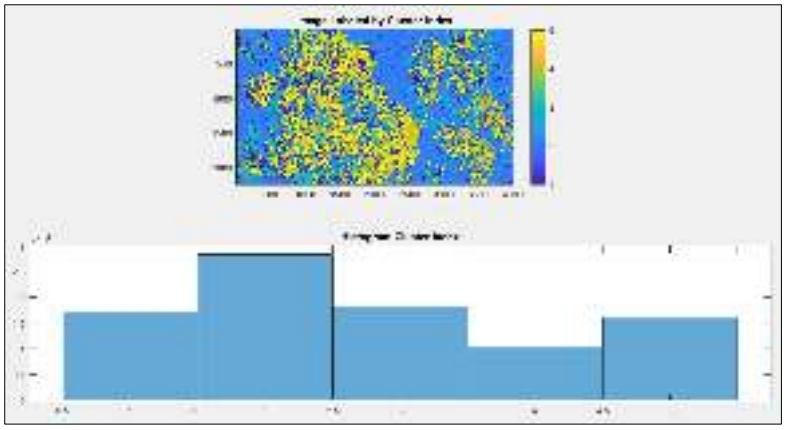
Images	***Vegetation Canopy (%)***	***Super Red Filter***	***Super Blue Filter***
		Gray Greeness Threshold (%)	***Gray Greeness Threshold (%)***
raw01	92,3732	25,2070	18,6383
raw02	91,5024	28,1180	23,2911
raw03	92,6849	26,9030	17,7397
raw04	91,7752	27,7123	17,2476
raw05	96,0607	16,8936	22,8367
raw06	91,7610	26,9520	19,0793
raw07	94,3268	19,4241	15,7443
raw08	96,6134	17,0941	18,6362
raw09	91,5945	32,9327	16,9494
raw10	91,3362	32,3154	21,0155
mean	**93,0028**	**25,3552**	**19,1178**

Pengujian sampel citra dilakukan untuk mengetahui performansi beberapa *greenness index* terhadap 10 sampel citra hasil akuisisi citra. Ekstrasi warna RGB *raw image* menjadi *greenness index* menggunakan persamaan (1)-(3). Pada masing-masing index NDWI, GRVI dan GNDVI dilakukan segmentasi dengan nilai threshold *d=128 (*Sig.1*)* dan *d=100 (*Sig,2*)* untuk dua filter yang berbeda, dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. *Greeness Index Cover (%)*

NDWI				**GRVI**				**GNDVI**			
Super Red		**Super Blue**		**Super Red**		**Super Blue**		**Super Red**		**Super Blue**	
Seg. 1	**Seg. 2**	**Seq. 1**	**Seg. 2**	**Seg. 1**	**Seg. 2**	**Seq. 1**	**Seg. 2**	**Seg. 1**	**Seg. 2**	**Seq. 1**	**Seg. 2**
16,69	14,64	16,18	38,69	8,15	4,15	20,82	56,24	14,64	25,31	26,03	57,97
18,65	16,14	18,94	42,77	9,27	4,86	28,34	60,09	16,69	35,10	29,96	43,72
17,24	13,24	15,44	38,45	8,25	4,35	28,59	80,12	16,38	35,18	30,20	41,59
18,28	14,30	14,96	37,23	9,19	4,91	25,54	59,33	16,40	47,81	28,27	56,60
10,14	5,07	19,68	42,95	4,47	2,27	19,93	56,58	7,98	24,06	30,18	55,64
17,88	15,39	16,97	39,69	8,71	4,53	16,47	53,45	15,25	26,76	30,01	58,42
12,60	11,14	14,68	35,54	6,20	2,80	37,57	41,71	9,33	25,19	21,71	23,64
9,98	9,13	16,38	39,48	3,73	1,93	39,65	74,14	7,59	24,99	25,77	57,75
20,43	18,37	15,52	36,11	9,07	4,72	38,78	41,81	17,72	29,25	25,26	26,76
20,54	10,75	18,40	42,07	9,33	4,81	42,91	50,27	17,60	37,92	30,67	58,94

Segmentasi citra *grayscale* dari *greenness image* dengan kmean clustering dan *threshold binerization* untuk setiap objek klusternya. Jumlah kluster ditetapkan 5 (lima) klas dalam proses validasi terdiri dari citra *greeness index*. Hasil segmentasi dengan kmeans clustering digambarkan pada Gambar 5.



Gambar 5. *Images Segmentation*

Performansi segmentasi didasarkan pada nilai accuracy dan sensitivity untuk setiap model greenness index yang telah ditentukan dapat dilihat pada Tabel 1 berikut:

Tabel 2. Performasi Segmentasi

Index	*Filter*	*Segmentation*	Cover (*%*)	*Performance*		*mean*	*sd*
NDWI	Super Red	Seg.1 *(d=128)*	16,2421	accuracy	0,8746	0,8287	0,0452
				sensitivity	1,0000	1,0000	0,0000
		Seg.2 *(d=100)*	12,8169	accuracy	0,8287	0,8746	0,0364
				sensitivity	1,0000	1,0000	0,0000
	Super Blue	Seg.1 *(d=128)*	16,7152	accuracy	0,9675	0,9675	0,0056
				sensitivity	0,9736	0,9736	0,0142
		Seg.2 *(d=100)*	39,2986	accuracy	0,7981	0,7981	0,0058
				sensitivity	0,4847	0,4847	0,0303
GRVI	Super Red	Seg.1 *(d=128)*	7,6395	accuracy	0,8229	0,8229	0,0369
				sensitivity	1,0000	1,0000	0,0000
		Seg.2 *(d=100)*	3,9344	accuracy	0,7858	0,7858	0,0446
				sensitivity	1,0000	1,0000	0,0000
	Super Blue	Seg.1 *(d=128)*	29,8608	accuracy	0,7571	0,7571	0,0276
				sensitivity	0,6976	0,6976	0,0428
		Seg.2 *(d=100)*	57,3749	accuracy	0,7019	0,7019	0,0851
				sensitivity	0,5685	0,5685	0,0961
GNDVI	Super Red	Seg.1 *(d=128)*	13,9579	accuracy	0,8692	0,8692	0,0250
				sensitivity	0,9477	0,9477	0,0420
		Seg.2 *(d=100)*	31,1576	accuracy	0,8269	0,8269	0,1533
				sensitivity	0,6717	0,6717	0,2273
	Super Blue	Seg.1 *(d=128)*	27,8049	accuracy	0,7677	0,7677	0,0224
				sensitivity	0,6495	0,6495	0,0367
		Seg.2 *(d=100)*	48,1030	accuracy	0,7137	0,7137	0,0727
				sensitivity	0,5496	0,5496	0,0897

Hasil pengujian menggunakan dua filter (*blue* dan *red*) menunjukan NDWI memiliki performansi terbaik deteksi kandungan air (*water stress*) untuk Model Segmentasi 1 (Seg.1) pada

super red filter sebesar 16,2421% dengan akurasi 87,46% dan sensitivitas 100%. Nilai NDWI index tersebut termasuk kategori cukup *unhealth* (<50%) atau dalam kondisi cukup *water stress*. Kondisi tersebut cukup beralasan karena ketiadaan hujan di areal tersebut selama beberapa bulan ditambah dengan suhu rata-rata yang cukup tinggi saat itu. Demikian juga untuk laju fotosintesis di kanopi (GRVI), model Segmentasi 1 pada *super red filter* sebesar 7,6395% dengan akurasi 82,29% dan sensitivitas 100%, serta konsentrasi klorofil pada daun (GNDVI) Model Segmentasi 1 pada *super red filter* sebesar 13,9579% dengan akurasi 86,92% dan sensitivitas 94,77 %.

KESIMPULAN

Dalam penelitian ini modifikasi kamera dilakukan dengan penambahan *super blue* dan *super red filter infragram* untuk memblokir spektrum cahaya *blue* dan *red* dalam proses acquisisi citra. Indikasi kesehatan daun pada vegetasi penutup menggunakan model *greenness index* NDWI (*water stress*), GRVI (laju fotosintesis), dan GNDVI (konsentrasi klorofil) serta proses segmentasi citra menggunakan *thershold binarization* pada kmeans segmentation. Performansi terbaik pada segmentasi Seq. 1 (*treshold* = 128) untuk *super red filter* dengan *greeness* index kurang dari 40% yang dapat diartikan status kondisi vegetasi *unhealth* akibat kemarau dan ketiadaan hujan selama beberapa bulan sebelumnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Universitas Lambung Mangkurat melalui Program Dosen Wajib Meneliti dengan Pendanaan DIPA Universitas Lambung Mangkurat Tahun Anggaran 2023.

DAFTAR PUSTAKA

Alrubaie S.A.H and Hameed A.H., (2018), Dynamic Weights Equations for Converting Grayscale Image to RGB Image, *Journal of University of Babylon for Pure and Applied Sciences*,Vol.(26), No.(8)

Andritoiu D, Bazavan L.C, Besnea F.L, Roibu H, dan Bizdoaca N.G. (2018). Agriculture Autonomous Monitoring and Decisional Mechatronic System, *IEEE*: 241-246

Artizzu X.P.B, Ribeiro A., Guijarro M, dan Pajares G. (2011). Real-time image processing for crop/weed discrimination in maize fields, *Computers and Electronics in Agriculture* 75:337–346

cfastie, Public Lab: Superblue, 2013 (accessed October 10, 2020)). https://publiclab.org/notes/cfastie/04-20-2013/superblue

Guo M, Li J, Sheng C, Xu J. dan Wu L. (2017). A Review of Wetland Remote Sensing, *Sensors*, 17, 777: 1-36

Hassanein M, Lari Z, dan El-Sheimy N. (2018). A New Vegetation Segmentation Approach for Cropped Fields Based on Threshold Detection from Hue Histograms, *Sensors* 18;1253; 1-25

Hatta G.M. (2016). *Lahan Basah, Kearifan Lokal, Dan Teknologi*, Prosiding Seminar Nasional Lahan Basah Tahun 2016 Jilid 1: 7-13

Kadir S. dan Badaruddin (2015). Pengayaan Vegetasi Penutupan Lahan Untuk Pengendalian Tingkat Kekritisan Das Satui Provinsi Kalimantan Selatan, *Jurnal Hutan Tropis* Volume 3 No. 2: 145-152

Miller, I.J., Schieber B.,; Bey Z.d; Benner, E., Jacob D. Ortiz, Girdner J. (2020), Analyzing crop health in vineyards through a multispectral imaging and drone system, *Systems and Information Engineering Design Symposium (SIEDS)*

Mulla D.J. (2013). Twenty five years of remote sensing in precision agriculture: Key advances and remaining knowledge gaps, *Biosystems Engineering* 114 :358-371

Netto A, Martins R.N., Souza G.S.A., Araújo G.M., Almeida S.L.H., dan Capelini V.A. (2018). Segmentation of RGB images using different vegetation indices and thresholding methods, *Nativa, Sinop*, v. 6, n. 4, p. 389-394

Netto A., Martins R.N., Souza G.S.A, Santos F.F.L., dan Rosas J.T.F. (2019). Evaluation of a Low-cost Camera for Agricultural Applications, *Journal of Experimental Agriculture International*, 32(5): 1-9

Rabatel G., Gorretta N., dan Labbé S. (2011). *Getting NDVI spectral bands from a single standard RGB digital camera: a methodological approach*, 14th Conference of the Spanish Association for Artificial Intelligence, CAEPIA 2011:333-3432

Rokhmana C.A dan Nuha M.U. (2019). *Modification of Pocket Camera as A Sensor for UAV-Based Plant Health Detection System*, 5th International Conference on Science and Technology (ICST), Yogyakarta

Soesanto, O, Idris M, dan Hastomo H.D, (2022). Segmentasi Vegetasi Lahan Basah Berbasis Modified-Camera Drone, *Prosiding Seminar Nasional Lingkungan Lahan Basah,* Volume 7 Nomor 1 Halaman 259-266 April 2022

Xu P., Niu Z. dan Tang P. (2017). Comparison and assessment of NDVI time series for seasonal wetland classification, *International Journal Of Digital Earth* :1-30

Xu Y., Gao Z., Khot L., Meng X., dan Zhang Q. (2018). A Real-Time Weed Mapping and Precision Herbicide Spraying System for Row Crops, *Sensors*, 18, 4245; 1-16