

PEMETAAN KERAGAMAN WARNA DAUN PADI DENGAN CITRA YANG DIAMBIL DARI PESAWAT TERBANG MINI

I Wayan Astika¹, Radite P. A. Setiawan¹, M. Ardiyansah²

¹Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB

²Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian, IPB

wayanastikaipb@yahoo.co.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan merancang sistem akuisisi data keragaman tingkat warna daun pada suatu hamparan lahan sawah dan memetakan keragaman tersebut secara spasial yang nantinya dipakai sebagai pedoman melakukan pemupukan dengan laju variabel (*variable rate application*). Tingkat warna daun diukur melalui citra yang ditangkap oleh sebuah kamera digital yang kemudian diolah untuk mendapatkan tingkat warna daun sesuai dengan standar bagan warna daun (BWD) IRRI. Kamera digital dioperasikan dari suatu ketinggian dengan 2 cara yaitu dengan galah vertikal berketinggian sekitar 5 meter dan dengan pesawat terbang mini dari ketinggian sekitar 30-100 meter. Beberapa program komputer dibuat untuk melakukan beberapa proses yaitu mendapatkan koordinat-kordinat patokan, warna patokan, warna setiap piksel, melakukan konversi koordinat citra ke dalam kordinat lahan, pemetaan spasial, dan melakukan *grading* tingkat warna daun pada peta spasial. Hasil akhirnya adalah peta spasial dimana setiap grid memiliki informasi tingkat kehijauan daun tertentu. Percobaan pendahuluan mendapatkan bahwa perbedaan tingkat warna daun dapat dinyatakan dengan perbedaan komponen warna RGB secara konsisten pada berbagai intensitas cahaya. Artificial neural network dipakai untuk melakukan konversi koordinat di dalam citra ke koordinat lahan. Pengukuran menghasilkan akurasi 18 % - 78% pada pengukuran warna daun dengan galah dan akurasi 64% sampai 78% untuk pemakaian pesawat terbang mini. Permasalahan yang dihadapi adalah efek pandangan perspektif pada citra lahan, adanya efek mata ikan pada penerbangan tinggi, dan ketelitian dalam memilih piksel patokan.

Kata Kunci: *Pertanian presisi, sensor kamera, warna daun, dosis pemupukan ,pesawat terbang mini, artificial neural network*

PENDAHULUAN

Tingkat warna daun padi adalah salah satu indikator yang dapat dipakai sebagai pedoman untuk menentukan dosis pemupukan secara praktis. Bagan warna daun (BWD) standar telah dikembangkan oleh IRRI untuk mengukur tingkat warna daun. Pada bagan tersebut sekaligus diberi rekomendasi dosis pupuk yang diterapkan terhadap tanaman padi.

Penerapan BWD telah dilakukan oleh Yang et. Al. (2003) dan Gani (2006), masing-masing menyebutkan bahwa adanya korelasi yang baik antara tingkat warna daun dengan kandungan hara, baik di dalam tanah maupun pada daun padi. Penelitian di Maligaya Filipina menunjukkan bahwa dengan menerapkan BWD di Maligaya, Filipina menunjukkan bahwa dengan menerapkan bagan warna daun skala 4, petani kooperator dapat menghemat penggunaan pupuk N 10-53 kg N/ha atau sekitar 10-58% dari takaran umum yang diterapkan oleh petani untuk mencapai produktivitas yang sama. Serangan penyakit bakteri bercak daun dan penyakit bergaris merah juga tidak banyak ditemukan pada petak yang menerapkan BWD (Morales, 2000 di dalam Wahid, 2003). Abdulrahman et. Al (2001) diacu di dalam Wahid (2003) melaporkan bahwa pemberian pupuk N berdasarkan klorofil daun dengan menggunakan klorofil meter (SPAD) atau BWD menghemat urea 30-40%. Wahid et al (2001) melaporkan bahwa keuntungan usaha tani padi dengan menerapkan BWD-4 dan BWD-5 lebih tinggi daripada cara petani atau pemupukan sesuai rekomendasi. Penghematan pupuk N dibandingkan dengan takaran rekomendasi sebesar 75 kg N (60%) untuk BWD-4 dan sekitar 15 kg N (12%) untuk BWD-5.

Untuk mendukung penerapan pertanian presisi, dimana diperlukan peta kesuburan lahan sebagai patokan pemupukan, kesuburan lahan padi dapat didekati dengan tingkat warna daun padi. Pengukuran tingkat warna daun padi, di samping menggunakan BWD juga telah dicoba dengan pendekatan lain, seperti

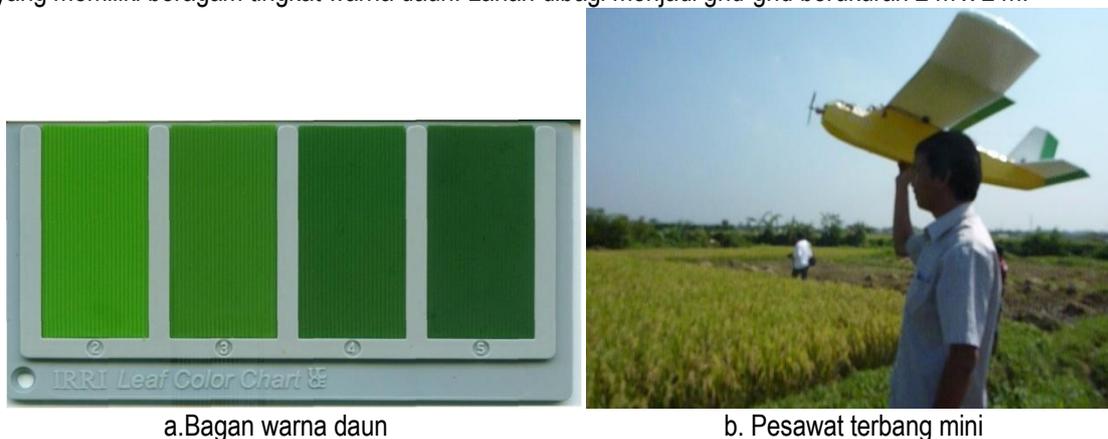
Astika (2010) menggunakan kamera hand phone sebagai pengganti BWD, Astika (2011) menggunakan kamera CCD untuk memetakan tingkat kehijauan daun dengan gerobak yang didorong di lahan. Astika et.al. (2010) juga melakukan pemetaan tingkat warna daun kedelai dengan grobak, serta memetakan tingkat penutupan gulma.

Tujuan penelitian ini adalah merancang teknologi akuisisi data untuk menduga kesuburan tanah melalui pendugaan tingkat warna daun dan produktivitas lahan. Tingkat warna daun dan produktivitas lahan dideteksi dengan sensor kamera yang terpasang pada sebuah pesawat terbang mini dan sebuah tiang vertikal. Hasil penelitian ini berupa peta spasial yang terdiri dari grid-grid yang berisikan informasi tingkat warna daun yang nantinya dipakai sebagai patokan melakukan pemupukan secara presisi.

METODOLOGI

Alat dan Objek Penelitian

Peralatan yang dipakai dalam penelitian ini adalah bagan warna daun (BWD) IRRI 4 warna, galah vertikal, pesawat terbang mini dengan *remote control*, kamera digital automatic yang disetel pada resolusi 640 x 480 piksel untuk aplikasi pada galah, kamera digital 1280 x 720 yang disetel pada mode video untuk aplikasi pada pesawat terbang mini. Objek yang diamati adalah sepetak lahan padi sekitar 40 hst berukuran 26 m x 16 m yang memiliki beragam tingkat warna daun. Lahan dibagi menjadi grid-grid berukuran 2 m x 2 m.



Gambar 1. Bagan warna daun dan pesawat terbang mini untuk pengukuran warna daun padi

Metoda Pengukuran dan Pemetaan

Tingkat warna yang dipakai dalam hal ini adalah 5 tingkat, yaitu tingkat 2, tingkat 2.5 (antara 2 dan 3), tingkat 3, tingkat 3.5 (antara 3 dan 4), dan tingkat 4. Warna setiap tingkat mengacu kepada warna pada bagan warna daun standar 4 tingkat (2,3,4,5) pada BWD. Tingkat warna di atas 4 tidak diperhitungkan karena warna seperti itu hampir tidak pernah ditemui di persawahan di wilayah Bogor.

Warna patokan diambil langsung dari beberapa contoh daun padi di lahan yang sebelumnya telah diukur tingkat warnanya secara manual dengan bagan warna daun. Daun padi yang dijadikan patokan warna ditandai lokasinya, dan kemudian pada saat memberikan warna patokan di dalam program, lokasi tersebut diklik oleh operator program.

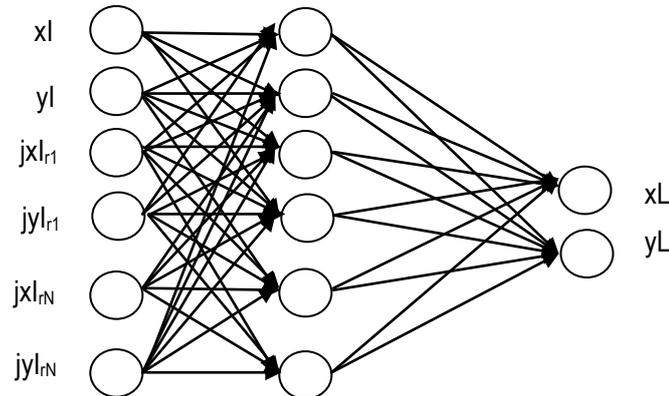
Sebuah program komputer dibuat untuk membandingkan setiap piksel di dalam citra dengan warna patokan. Warna piksel tersebut akan digolongkan ke salah satu tingkat warna daun yang memiliki warna paling mirip. Kemiripan warna piksel dengan warna patokan dinyatakan dengan jarak warna yang dihitung dengan persamaan Euclidian distance berikut.

$$D_{12} = \text{SQR} ((R_1 - R_2)^2 + (G_1 - G_2)^2 + (B_1 - B_2)^2) \dots\dots\dots [1]$$

Di mana D_{12} adalah jarak warna antara piksel 1 dan piksel 2, sementara $R_1, R_2, G_1, G_2, B_1, B_2$ adalah komponen R,G,B piksel 1 dan piksel 2. Warna yang sesuai adalah dua warna yang memiliki jarak paling rendah.

Terdapat kebutuhan untuk melakukan konversi dari koordinat suatu titik di dalam citra ke koordinat titik tersebut di lahan. Ini dilakukan dengan mengukur jarak titik tersebut ke beberapa titik patokan yang telah

diketahui koordinatnya. Hubungan ini diformulasikan dengan artificial neural network (ANN) dengan struktur pada Gambar 2, di mana x_i, y_i adalah koordinat di dalam citra, $jx_{i,r}, jy_{i,r}$ adalah jarak absis dan ordinat titik tersebut ke titik patokan i , dan x_L, y_L adalah koordinat titik tersebut di lahan sebenarnya.



Gambar 2. Struktur ANN untuk konversi koordinat dalam citra ke koordinat di lahan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Citra warna daun diolah untuk mendapatkan komponen warna R (red), G (green) dan B (blue). Perbedaan tingkat warna digambarkan dengan perbedaan nilai R,G, dan B dari piksel yang diamati. Untuk menjamin pengukuran tingkat warna daun dapat digambarkan oleh perbedaan R,G, dan B, suatu pengamatan pendahuluan dilakukan untuk mengukur perbedaan tersebut. Suatu petak lahan yang memiliki tingkat warna daun beragam difoto pada berbagai tingkat intensitas dan dari berbagai arah. Perbedaan nilai R,G, dan B dari citra daun yang memiliki tingkat warna 2, 3, dan 4 pada berbagai waktu pengukuran tersebut ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1 menunjukkan perbedaan R,G,B yang konsisten antara tingkat warna daun 2,3, dan 4. Semakin rendah tingkat warna (mengarah ke hijau muda) nilai R,G,B yang semakin besar, sebaliknya semakin tinggi tingkat warna (mengarah ke hijau tua) nilai R,G,B semakin kecil. Dari Tabel 1 tampak bahwa beda RGB hampir selalu konsisten bernilai positif antara daun hijau muda dengan daun hijau tua pada berbagai intensitas cahaya. Hasil ini menyatakan bahwa komponen warna RGB dapat dipakai sebagai atribut dalam membedakan tingkat warna daun, dan pengukuran dapat dilakukan pada rentang waktu pagi sampai sore. Kelebihan ini didapatkan karena kamera diatur pada posisi pencahayaan otomatis.

Tabel 1. Rata-rata beda komponen warna RGB antara tingkat warna daun pada berbagai tingkat intensitas cahaya

Intensitas cahaya (Lux)	Waktu Pk.	Beda RGB antara Dua Tingkat Warna											
		Tingkat 2 dan Tingkat 3				Tingkat 2 dan Tingkat 4				Tingkat 3 dan Tingkat 4			
		R	G	B	GS	R	G	B	GS	R	G	B	GS
5300	17.00	11.25	4.25	24.5	14	23.75	14.75	22	20.25	12.5	10.5	-2.5	6.25
10600	16.30	19.75	12.5	12.5	15	31.25	23	16.75	23.75	11.5	10.5	4.25	8.75
17300	15.30	16	8	18.5	14.25	29.25	20.5	19.5	23	13.25	12.5	1	8.75
22200	16.00	12.75	5.75	17.25	11.75	29	19.25	17	21.75	16.25	13.5	-0.25	10
26200	15.00	14.75	9.75	11	12	32.5	26.5	12.5	24	17.75	16.75	1.5	12
44500	14.30	9.25	-1.5	19.75	9.5	21.75	8.5	26	19.75	12.5	10	6.25	10.25
85900	8.30	6.25	-0.3	11	5.75	18	8	24	16.75	11.75	8.25	13	11
87600	13.30	12.25	5.25	14.75	10.5	28.5	19.5	21.25	22.75	16.25	14.25	6.5	12.25
89400	12.30	12.5	5.75	7.75	9	27.25	18.5	18.75	21.75	14.75	12.75	11	12.75
97900	9.30	20.75	12	9.75	13.5	37.25	26	19.75	27	16.5	14	10	13.5
110700	10.30	11	5.5	12	9.5	26	18.25	16.25	20.25	15	12.75	4.25	10.75
113200	11.30	12.25	3.5	21	12.25	31	20.5	20.75	23.75	18.75	17	-0.25	11.5

Setelah meyakini bahwa komponen warna RGB dapat diterapkan, pengukuran dan pemetaan dilakukan pada suatu petak lahan berukuran 26 m x 16 m. Petak lahan tersebut dibagi menjadi grid-grid berukuran 2 m x 2 m seperti ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Foto yang dipakai dalam pemetaan tingkat warna daun.

Lahan tersebut dipilih karena di dalamnya terdapat beragam warna daun padi dari tingkat 2 sampai tingkat 4. Tingkat warna pada setiap grid diukur secara manual dengan BWD. Pada akhirnya diambil hanya satu nilai, yaitu nilai rata-rata. Hasil pengukuran secara manual ditunjukkan pada Gambar 4.

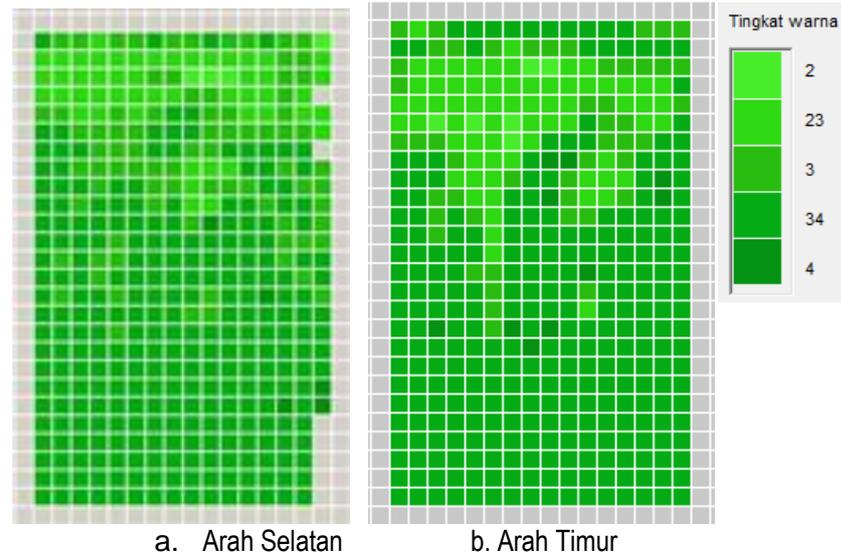
Pemetaan warna daun dilakukan dengan kamera yang dipasang pada galah dan pada pesawat mini. Adanya efek pandangan perspektif, yaitu grid yang dekat tampak besar dan grid yang jauh tampak kecil, membuat frame foto bervariasi antara 50-595 piksel/m². Hasil pengenalan dengan kamera pada galah ditunjukkan pada Gambar 5.

13	2,75	2,83	2,5	3	3	3	3	3	2
12	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	2,5	2,5
11	2,5	2,25	2,25	2,5	3	2,5	2,5	2,5	3
10	2,25	2,25	2,25	2,75	2,75	3,75	2,25	2,25	3,5
9	2,75	3,3	2,25	3	3,75	3,75	3	3,17	4
8	3	3	3	3	3	3	3,125	2,5	
7	3	3	3,3	3,3	3	3	3	3	
6	3	3	3	3	3	3	3	3	
5	3	3	3	3	3	3	3	3	
4	3	3	3	3	3	3	3	3	
3	3	3	3	3	3	3	3	3	
2	3	3	3	3	3	3	3	3	
1	3	3	3	3	3	3	3	3	
	1	2	3	4	5	6	7	8	

Gambar 4. Pemetaan keragaman warna daun hasil penilaian manual

Hasil pemetaan menunjukkan kemiripan dengan hasil pengukuran manual meskipun tidak persis pada seluruh grid. Terdapat perbedaan tingkat warna daun, lebih tua atau lebih muda disebabkan oleh ketelitian pada saat menentukan piksel warna patokan. Kelemahan lain terjadi karena adanya adanya warna-warna yang mengganggu, seperti halnya warna pematang atau warna celah pada alur padi. Seperti halnya pada penggunaan galah dalam memetakan penutupan gulma, terdapat pula kelemahan sudut pandang standar yang membuat bagian lahan yang jauh hanya menempati tempat yang sempit. Cukup sulit untuk melakukan klik pada bagian lahan yang jauh, baik dalam memberi patokan koordinat maupun patokan warna.

Telah dicoba dilakukan penambahan tingkat warna daun dari jumlah tingkat warna di dalam BWD yaitu dengan menambahkan tingkat warna antara, yaitu 2,5 (antara 2 dan 3) dan 3,5 (antara 3 dan 4). Tingkat warna di atas 4 tidak dipakai karena tidak pernah ditemui di lapangan. Akurasi yang dihasilkan adalah 0.33 dan 0.18 untuk pengambilan gambar dari arah selatan dan arah timur.



Gambar 5. Pemetaan keragaman warna daun hasil penilaian dengan kamera yang dipasang pada galah.

Akurasi ini dihitung berdasarkan grid-grid yang menghasilkan pengenalan yang persis sama dengan pengenalan manual. Kenyataan yang didapatkan adalah bahwa dapat terjadi pergeseran hasil pengenalan satu tingkat ke atas atau ke bawah. Namun jika jumlah tingkat warna daun ditetapkan hanya 4, yaitu sejumlah yang ada pada tingkat warna daun, akurasi meningkat menjadi 0,75 seperti ditunjukkan pada Tabel 2. Akurasi tersebut masih dapat ditingkatkan dengan cara memastikan kebenaran mengambil piksel warna patokan.

Tabel 2. Akurasi pengenalan tingkat warna daun dengan pengukuran dengan galah

Level WarnaDaun	Jumlah Data	Level			Akurasi
		2 - 2,5	3 - 3,5	4	
2 - 2,5	23	5	18	0	0,22
3 - 3,5	78	2	76	0	0,97
4	3	0	3	0	0,00
Rata-rata					0,78

Akurasi pemetaan dengan kamera pada pesawat terbang mini hampir sama dengan kamera pada galah seperti ditunjukkan pada Gambar 6. Di satu pihak efek pandangan perspektif berkurang sebagai akibat dari posisi kamera yang tinggi, namun di pihak yang lain lebih sulit menentukan piksel patokan karena cakupan piksel lebih kecil. Cakupan frame foto dengan ketinggian pesawat tersebut adalah 76-124 piksel/m². Akurasi yang didapatkan adalah 0.64 pada pemakaian tingkat warna antara dan 0.78 pada pemakaian 4 tingkat warna seperti ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Akurasi pengenalan tingkat warna daun dengan pengukuran dengan pesawat terbang mini

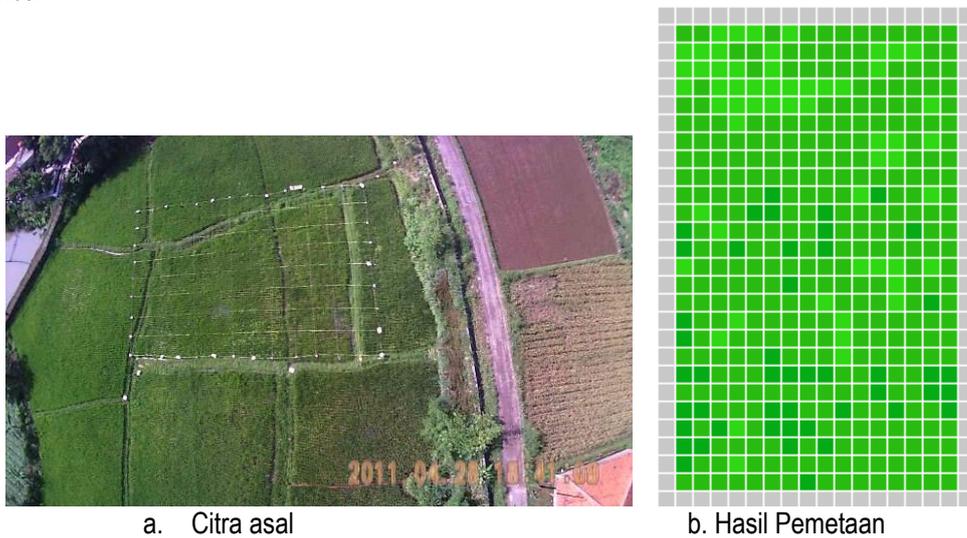
Tingkat WarnaDaun	Jumlah Grid	Level			Akurasi
		2 - 2,5	3 - 3,5	4	
2 - 2,5	23	4	19	0	0,17
3 - 3,5	78	1	77	0	0,99
4	3	0	3	0	0,00
Rata-rata					0,78

Ketelitian akan bisa meningkat jika keragaman warna daun padi tidak terjadi pada grid yang kecil, namun pada grid yang lebih besar, misalnya satu petakan sawah. Jika demikian penentuan warna patokan akan menjadi lebih mudah. Jika pesawat diterbangkan lebih tinggi, efek mata ikan dari kamera yang dipakai akan makin terlihat yang menyebabkan pinggiran citra tampak melengkung. Efek ini berakibat pada kepadatan piksel per satuan luas tidak sama antara bagian tengah citra dan bagian pinggir citra. Pada pengolahan citra ini berakibat pada konversi koordinat yang tidak sama sehingga memerlukan titik patokan yang lebih banyak.

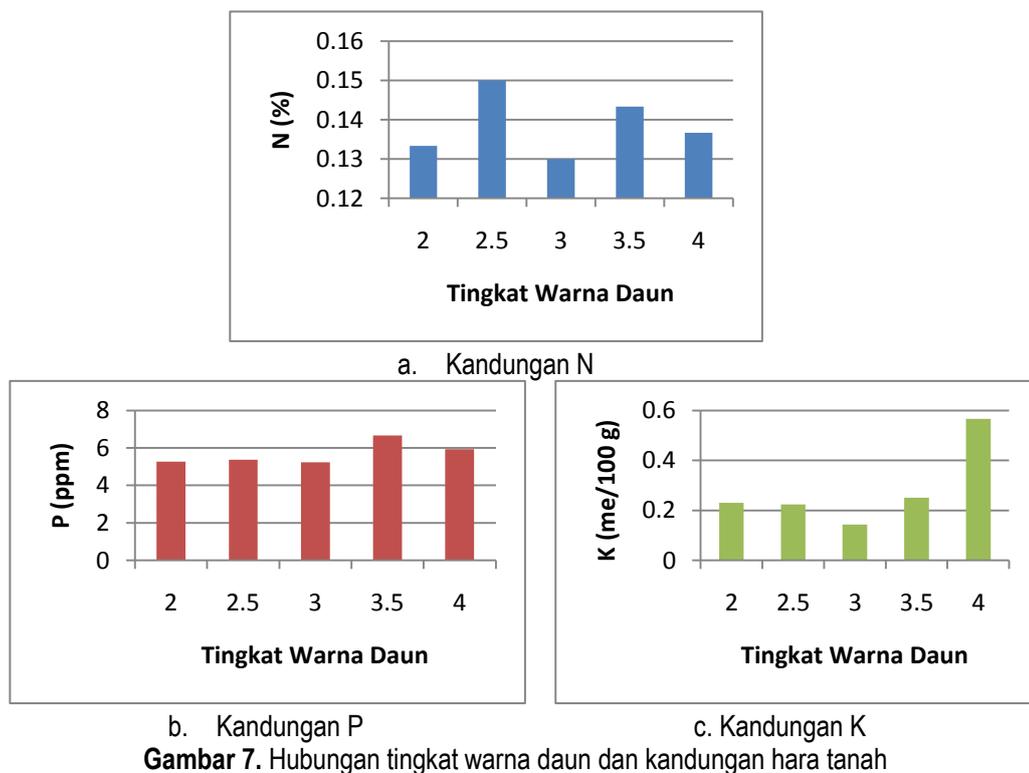
Efek mata ikan juga menghasilkan efek cahaya yang berbeda sehingga dua lokasi berwarna sama, karena letaknya berjauhan, memberi efek pantulan cahaya berbeda. Akibatnya satu sama lain akan memberikan memiliki warna berbeda di dalam citra.

Kekurangan ini akan dapat dipecahkan jika dipakai kamera yang lebih baik, yaitu tanpa efek mata ikan. Akan lebih baik jika memiliki resolusi warna dan resolusi piksel yang lebih tinggi.

Sehubungan dengan hubungan antara tingkat kehijauan daun dengan kandungan hara tanah, telah dilakukan pengukuran kandungan hara tanah pada berbagai tingkat kehijauan daun. Hasilnya ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 6. Pemetaan keragaman warna daun hasil penilaian dengan kamera yang dipasang pada pesawat mini.



Gambar 7. Hubungan tingkat warna daun dan kandungan hara tanah

Dari histogram tersebut tampak bahwa tidak ada pola peningkatan atau penurunan yang konsisten dalam kandungan hara tanah sebagai akibat dari peningkatan tingkat warna daun padi. Hal ini mungkin disebabkan oleh adanya faktor lain selain kesuburan tanah yang mempengaruhi tingkat kehijauan daun seperti halnya serangan hama penyakit.

KESIMPULAN DAN SARAN

Sensor kamera sinar tampak yang dipakai dapat mendeteksi perbedaan tingkat warna daun padi melalui perbedaan komponen warna R,G, dan B pada berbagai intensitas cahaya. Aplikasi sensor kamera pada suatu petak lahan dengan galah vertikal dan dengan pesawat terbang mini memberi akurasi yang hampir sama.

Permasalahan dalam aplikasi sensor kamera adalah adanya efek pandangan perpektif pada pemakaian galah, adanya efek mata ikan pada penerbangan pesawat yang tinggi, dan kesulitan dalam menentukan piksel patokan dengan akurat. Masalah ini akan dapat diatasi jika dipakai kamera dengan resolusi yang lebih tinggi, ditemukannya ketinggian terbang yang tepat, dan pemberian tanda pada koordinat patokan di lahan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih diucapkan kepada Proyek IMHERE IPB yang mendanai penelitian ini, Dep. Teknik Mesin dan Biosistem IPB yang menyediakan peralatan penelitian, dan petani-petani di Desa Laladon Bogor yang menyediakan lahannya untuk diamati.

DAFTAR PUSTAKA

- Astika, I W., 2010. The Use of Hand Phone Camera to Determine Paddy Leaf Color Level as a Reference for Fertilizing Dosage. *Proceeding AFITA*. 105-108.
- Astika, I W., M. Solahudian, Radite PAS, MF. Syuaib, M. Ardiyansah. 2011. Smart Sensor Data Acquisition, Data Management, and Decision Support System. Laporan Hibah Penelitian Project I-MHERE IPB Tahun ke-1.
- Astika, I W., M. Solahudian, Radite PAS, MF. Syuaib, IE Nugroho, M. Ardiyansah. 2011. Digital Camera Based Color Sensor for Determining Leaf Color Level of Paddy Plants. *Proceedings of International Conference on Robotic Automation System*. Trengganu, May 23-24, 2011
- Gani, A. 2006. Bagan Warna Daun. Balai Besar Tanaman Padi. Sukamandi.
- Wahid, A.S., Nasruddin, Sening S., 2001. Efisiensi dan diseminasi pemupukan nitrogen dengan metoda LCC pada tanaman padi sawah. *Jurnal Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian* 4(2):108-117.
- Wahid, A.S., 2003. Peningkatan efisiensi pupuk nitrogen pada padi sawah dengan metoda warna daun. *Jurnal Litbang Pertanian* 22(4):156-161.
- Yang, H.W., S. Peng, J.L. Huang, A.L. Sanico, R.J. Buresh, C.. Witt. "Using Leaf Color Chart to Estimate Leaf Nitrogen Status of Rice". *Agronomy Journal* Vol. 95, 2003. pp 212-217