

**PREDIKSI KANDUNGAN KLOOROFIL DAUN PADI
BERDASARKAN EKSTRAKSI FITUR WARNA CITRA DIGITAL
SMARTPHONE**

Priyombodo¹Arief Ika Uktoro²Kuni Faizah³

Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian
Stiper

Jalan Nangka II, Maguwoharjo, Depok, Sleman, 55282 Yogyakarta

Email : priyombodoputralawu87@gmail.com

INTISARI

Warna hijau pada daun diakibatkan oleh adanya kandungan pigmen hijau daun, yakni klorofil. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan klorofil daun berdasarkan ekstraksi fitur warna yang dihasilkan dari kamera *smartphone* yang dibandingkan dengan instrumen chromameter 3nh. Pada penelitian ini SPAD memiliki korelasi 80% terhadap klorofil total. Ekstraksi fitur warna dari kamera *smartphone* dikoreksi dengan warna standar menggunakan persamaan (souza et al.,2018). Hasil penelitian menunjukkan klorofil a dengan parameter A,R,G (chromameter 3nh), A',R',G' (*smartphone*), a,r,g (hasil koreksi persamaan souza) dengan nilai prediksi paling tinggi pada parameter A dengan nilai prediksi $R^2=0,9417$ dan parameter R dengan nilai prediksi $R^2=0,9026$. Untuk klorofil b dengan parameter A,R (chromameter 3nh), R',A' (*smartphone*), r,a (hasil koreksi persamaan souza) dengan nilai prediksi paling tinggi pada parameter A dengan nilai prediksi $R^2=0,9369$ dan parameter R dengan nilai prediksi $R^2=0,9075$. Sedangkan total klorofil dengan parameter A,R (chromameter 3nh), R',A' , (*smartphone*), r,a (hasil koreksi persamaan souza) dengan nilai prediksi paling tinggi pada parameter R dengan nilai prediksi $R^2=0,9075$ dan parameter A dengan nilai prediksi $R^2=0,9468$. Dalam penelitian ini diperoleh bahwa chromameter 3nh memiliki potensi digunakan untuk memprediksi kandungan klorofil dengan korelasi 0,9%. Koreksi fitur warna tidak menghasilkan korelasi kuat dengan nilai klorofil aktual, karena dalam penelitian ini pengambilan gambar pada kondisi pencahayaan terkendali sehingga persamaan koreksi tidak menghasilkan korelasi kuat.

Kata kunci : Kamera *Smartphone*, Kandungan Klorofil, Analisis Warna

PENDAHULUAN

Klorofil merupakan suatu zat hijau pada daun disetiap tanaman, letak klorofil terdapat pada pangkal, atas, tengah dan tepi daun. Klorofil dapat dibedakan atas klorofil a dan b, struktur pembangun molekul klorofil a mengandung gugus metil pada rantai sampingnya, sedangkan struktur molekul klorofil b mengandung gugus aldehida (Tawary et al., 2019). Kandungan klorofil dapat diukur secara akurat menggunakan metode spektrofotometer UV-Vis, yaitu mengekstraksi klorofil dalam pelarut. Alat spektrofotometer UV-Vis adalah teknik analisis yang menggunakan radiasi elektromagnetik dengan panjang gelombang (190-380 nm) dan (380-780 nm). Prinsip kerja penyerapan sinar UV didasarkan pada fenomena senyawa kimia di daerah dekat cahaya (ultraviolet) dan tampak, dimana klorofil a menyerap cahaya violet, biru dan merah sedangkan klorofil b menyerap cahaya biru dan orange pada tanaman.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh (H.kristanoko, 2021) tentang analisis warna berbasis *smartphone android* dan aplikasinya dalam pendugaan umur simpan konsentrat apel. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi penggunaan kamera *smartphone* dalam mengukur perubahan warna konsentrat apel dan pendugaan umur simpan konsentrat apel. Nilai warna $L^* a^* b^*$ dari chromameter dibandingkan dengan nilai $R.G.B$ dari kamera. Nilai warna relatif (r, g, b) digunakan untuk memperoleh hasil pengukuran warna dari kamera yang lebih akurat. Nilai warna relatif R' menggunakan kamera *smartphone* berkorelasi tinggi dengan nilai L^* dari chromameter (H.kristanoko, 2021)

Perubahan warna pada daun tanaman padi akan berubah seiring dengan pertumbuhan tanaman tersebut, begitu juga apabila tanaman padi terkena hama penyakit warna pada daun juga akan berubah. Pada penelitian ini dilakukan untuk memprediksi nilai kandungan klorofil berdasarkan ekstraksi fitur warna pada tanaman padi menggunakan teknologi kamera *smartphone*, dimana penggunaan *smartphone* sekarang sudah banyak dipakai oleh setiap orang. Untuk itu diperlukan suatu teknologi yang dapat digunakan untuk memprediksi kandungan klorofil pada tanaman padi secara cepat dan efisien. Teknologi yang digunakan yaitu menggunakan alat SPAD untuk melihat nilai klorofil pada daun, setelah didapatkan nilai klorofil kemudian menggunakan kamera *smartphone* dimana hasil fotonya nanti diolah menggunakan *software* Image J 1.5a untuk mendapatkan fitur warna $R.G.B$ (*Red, Green, Blue*). Setelah didapatkan fitur warna $R.G.B$, sampel daun kemudian diukur menggunakan chromameter 3nh untuk melihat $L^* a^* b^*$ Untuk metode analisis kandungan klorofil menggunakan spektrofotometer UV-Vis yang menggunakan pelarut aseton agar ekstraksi klorofil pada daun terlihat. Dimana nanti hasil dari antara $R.G.B$ dari kamera *smartphone* dan L^*, a^*, b^* dari chromameter 3nh akan didapatkan persamaan fitur warna yang mendekati untuk memprediksi kandungan klorofil pada daun padi.

Penelitian ini bertujuan untuk : 1) Mendapatkan sampel daun padi yang memiliki kandungan klorofil yang berbeda-beda dengan menggunakan SPAD agar diperoleh fitur warna dari citra digital daun padi dan kandungan klorofil aktual dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis, 2) Mendapatkan cara mengekstraksi fitur warna citra digital daun padi dan kandungan klorofil aktual, 3) Mendapatkan persamaan yang digunakan

untuk memprediksi kandungan klorofil dari parameter fitur warna citra digital yang berkorelasi tinggi dengan nilai klorofil aktual.

METODE PENELITIAN

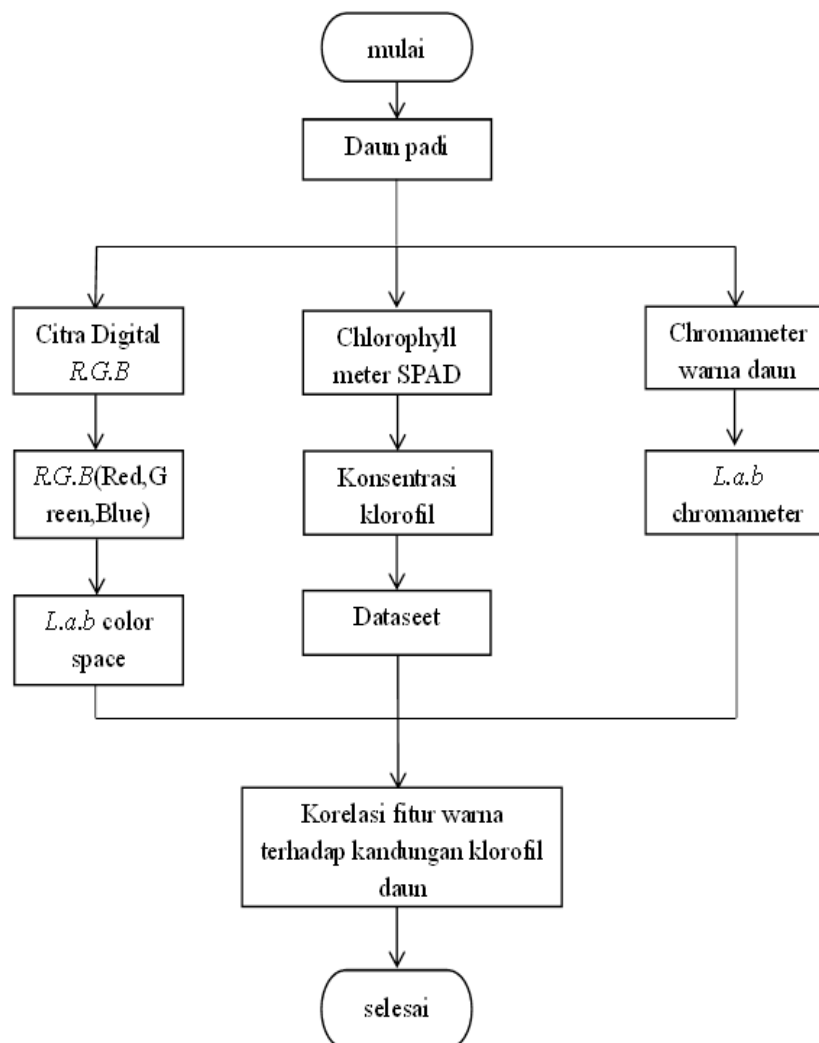
Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah Spektrofotometer Shimadzu Europe UV Mini 1240, Chlorophyll Meter SPAD-502 MINOLTA, Chromameter 3nh, Timbangan Analitik. *Software* yang digunakan yaitu *Colorizer* dan *Image J 1.5a*. Bahan yang digunakan pada penelitian ini menggunakan sampel daun padi, pelarut aseton teknis 80% (10 ml) per sampel, aquades 10 ml per sampel.

Waktu dan Tempat Penelitian

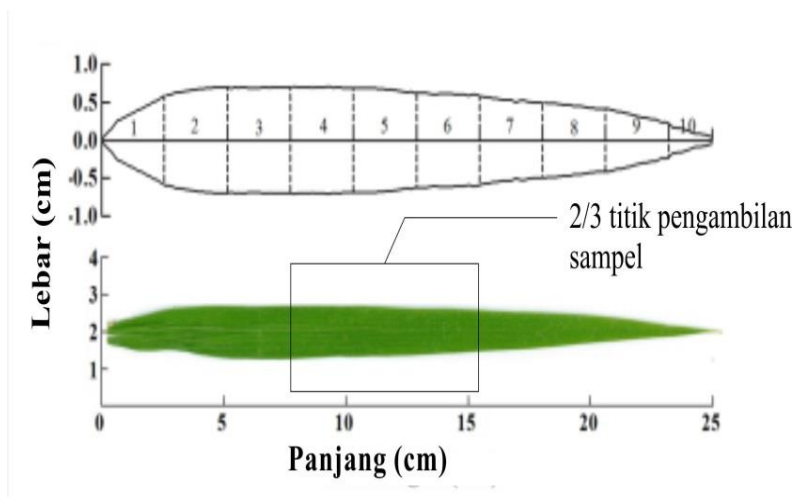
Tempat pengambilan sampel berlokasi di Wedomartani, Sleman, Yogyakarta dan jenis padi menggunakan jenis varietas tanaman padi Inpari 47 yang dilakukan pada bulan Juni 2022. Dilanjutkan pengujian dan analisis sampel di Laboratorium Pusat Institut Pertanian STIPER Yogyakarta pada bulan Juli 2022.

Diagram alir penelitian



Pengukuran daun padi menggunakan SPAD dan kamera *smartphone*

Pada penelitian ini proses pengambilan sampel daun padi yang diukur menggunakan SPAD berusia 2 minggu (anakan aktif) hingga usia 9 minggu (masa panen). Sampel daun diukur per helai daun berdasarkan nilai SPAD antara rentang nilai 2-40 yang diambil sebanyak 23 sampel secara acak. Gambar 3.1 memperlihatkan bagaimana cara pengukuran sampel dengan 2/3 helai dari daun padi menggunakan alat SPAD sebelum difoto menggunakan kamera *smartphone*. Setelah diukur menggunakan alat SPAD selanjutnya daun difoto menggunakan kamera *smartphone* yang pencahayaannya dibantu menggunakan studio mini agar cahaya yang dihasilkan terkondisi dengan baik.



Gambar 1. Letak pengambilan sampel 2/3(Yuan et al., 2016)

Setiap daun memiliki panjang dan lebar daun yang berbeda, Gambar 3.1 memperlihatkan bagaimana cara pengukuran sampel dengan 2/3 helai dari daun padi menggunakan alat SPAD sebelum difoto menggunakan kamera *smartphone*

Tabel 1. Spesifikasi kamera Xiaomi POCO M3

Triple camera	Spesifikasi kamera
	48 MP, f/1.8, 0,8mm (<i>wide</i>), PDAF
	2 MP, f/2.4, (<i>macro</i>)
	2 MP, f/2.4, (<i>depth</i>)

Tabel 2. Pengaturan pengambilan gambar

Kriteria	Ukuran
<i>Focal length</i>	68 mm
<i>Aperture</i>	1.70
<i>Exposure time</i>	1/320
ISO	100
Perbesaran	2,0 kali

White balance	cloudy
---------------	--------

Pada tabel 1. menjelaskan spesifikasi untuk pengambilan foto sampel daun padi, kamera *smartphone* yang digunakan merk xiaomi POCO M3 dengan triple kamera dan yang dipakai kamera dengan resolusi 48 MP. Sedangkan pada tabel 2. menjelaskan bagaimana pengaturan saat pengambilan gambar sampel dengan *focal length* 68 mm, *aperture* 1.70, *exposure time* 1/320, ISO 100, dan perbesaran kamera 2,0 kali.

Pengambilan sampel warna *R.G.B* menggunakan *software* Image J 1.5 a

Software Image J 1.5a merupakan sebuah *software* pengolah citra atau gambar yang dapat dijalankan pada sistem operasi linux, macintosh, dan windows. Image j dapat digunakan pada mode 32 bit dan 64 bit. Untuk format gambar yang dapat dibaca antara lain TIFF, GIF, JPEG, DICOM, FITS, dan RAW. Untuk tahap penelitian dalam penggunaan Image J 1.5a yaitu untuk mencari nilai *R.G.B color* dari sampel daun padi. Penggunaan image j semakin meningkat karena kelebihan yang dimiliki oleh Image J tersebut, antara lain kemudahan dalam mendapatkan gambar, memperbanyak gambar, pengolahan gambar dan lain-lain. Untuk mengambil sampel warna *R.G.B* menggunakan Image J 1.5a, pertama-tama buka file sampel foto dari kamera *smartphone* yang diambil 2/3 dari pangkal sampai ujung daun, lalu klik *plugins* untuk melihat nilai tampilan *R.G.B* yang terkunci.

Analisis kandungan klorofil

Analisis kandungan klorofil dilakukan dengan menggunakan Spektrofotometer Shimadzu Europe UV mini 1240, dimana sampel daun padi terlebih dahulu dipotong kecil-kecil dan diletakkan di plastik klip untuk ditimbang dengan berat sampel 2 gram. Selanjutnya sampel daun padi yang telah ditimbang kemudian digiling atau ditumbuk sampai halus dicampur dengan 10 ml aseton per sampel selama proses penggilingan. Pada analisis ini aseton digunakan sebagai pelarut karena hasil ekstraksi dapat memberikan nilai kandungan klorofil yang paling tinggi. Hal ini dapat terjadi karena tingkat kepolarannya lebih dekat dengan kandungan klorofil daripada air sebagai larutan ekstraksi. Proses selanjutnya adalah ekstrak klorofil diukur dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 646 dan 663 nm (Suyitno, 2010). Pengukuran dilakukan pada panjang gelombang 663 dan 646, karena pada panjang gelombang tersebut terjadi perubahan absorbansi untuk setiap konsentrasi sampel paling besar, sehingga akan diperoleh nilai kepekaan analisis yang maksimum Rumus untuk menghitung kadar kandungan klorofil menurut metode arnon untuk klorofil a, klorofil b dan total klorofil sebagai berikut :

$$\text{klorofil a (mg/l)} = (12,7 \times 663 \text{ nm}) - (2,69 \times 646 \text{ nm}) \quad (1)$$

$$\text{klorofil b (mg/l)} = (22,9 \times 646 \text{ nm}) - (4,68 \times 663 \text{ nm}) \quad (2)$$

$$\text{total klorofil (mg/l)} = (20,2 \times 646 \text{ nm}) + (8,02 \times 663 \text{ nm}) \quad (3)$$

Ekstraksi dan koreksi fitur warna

Ekstraksi fitur warna daun padi pada *smartphone* dilakukan dengan menggunakan *software* Image J 1.5a dan *colorizer*. Selanjutnya, nilai warna yang berkorelasi tinggi dipilih sebagai parameter pengukuran warna total klorofil daun padi. Pada tahap ini,

digunakan juga nilai warna relatif yang dikembangkan oleh Souza et al (2018). Sampel daun padi diukur dengan chromameter untuk mendapatkan nilai L^* , a^* , dan b^* . Sedangkan kamera *smartphone* digunakan untuk mendapatkan R' , G' , dan B' dari gambar yang ditangkap oleh sampel. Masing-masing nilai R , G , dan B merupakan nilai rata-rata pada area gambar sampel 100 x 150 pixel. Deteksi nilai R , G , dan B dilakukan pada wilayah warna referensi. Konversi R , G , dan B menjadi nilai relatif (r , g , b) dilakukan dengan menggunakan persamaan (4), (5), (6) (Souza et al., 2018).

$$r = \frac{\ln R'(\text{sampel})}{\ln R(\text{acuan})} \quad (4)$$

$$g = \frac{\ln G'(\text{sampel})}{\ln G(\text{acuan})} \quad (5)$$

$$b = \frac{\ln B'(\text{sampel})}{\ln B(\text{acuan})} \quad (6)$$

Metode pengambilan data

Dalam analisis pengolahan data untuk mencari tingkat hubungan antar variabel X yaitu nilai klorofil aktual dan Y sebagai nilai fitur warna maka digunakan korelasi pearson. Rentang nilai dalam korelasi pearson adalah 1 hingga -1 dengan notasi R . Langkah analisis korelasi pearson menggunakan IBM SPSS statistic 26 sebagai berikut, Analyze > Correlate > Bivariate > Input Data Ke Kolom Variabel > Check Pearson Pada Correlations Coefficient, Two Tailed Pada Test Of Significant > Klik Flag Significant Correlations > OK. Dari hasil analisis korelasi menunjukkan SPAD memiliki korelasi sempurna dengan klorofil a, klorofil b, dan total klorofil masing-masing dengan nilai 0,930, 0,926, dan 0,948. Sedangkan korelasi antara klorofil a dengan fitur warna dari kamera *smartphone* dan chromameter 3nh menunjukkan hasil -0,948 korelasi sempurna dan -0,763 memiliki korelasi kuat. Korelasi klorofil b dengan fitur warna dari kamera *smartphone* dan chromameter 3nh menunjukkan hasil -0,953 memiliki korelasi sempurna dan -0,853 memiliki korelasi kuat. Korelasi total klorofil dengan fitur warna dari kamera *smartphone* dan chromameter 3nh menunjukkan hasil -0,973 dan -0,839.

Sedangkan untuk mengetahui ada tidaknya ketergantungan variabel X terhadap variabel Y menggunakan regresi linier. Rentang nilai dalam regresi linier adalah 0 hingga 1 dengan notasi R^2 . Langkah analisis data sebagai berikut, Analyze > Regression > Linier > Input Data Ke Kolom Variabel > Check Pearson Pada Correlation Coefficient, Two Tailed Pada Test Of Significant > Klik Flag Significant Correlations > OK. Hasil analisis dari regresi linier yang menggunakan persamaan dari $Y = -0,837x + 18,986$ dengan hasil $R^2 = 0,9417$ untuk klorofil a, sedangkan klorofil b diperoleh $Y = -0,254x + 62,995$ dengan hasil $R^2 = 0,9075$ dan untuk total klorofil diperoleh $Y = -2,273x + 45,489$ dengan hasil $R^2 = 0,9468$. jika nilai signifikan $< 0,05$ artinya berpengaruh, dan kedua jika nilai signifikan $> 0,05$ artinya tidak berpengaruh. Dalam menghitung nilai tersebut menggunakan persamaan regresi $y = mx + c$, dengan m sebagai parameter warna dan c sebagai nilai konstanta. sehingga dapat disimpulkan bahwa variabel R sangat berpengaruh.

Kemudian dilanjutkan dengan analisis Bland Altman adalah metode grafik untuk membandingkan dua teknik pengukuran antara nilai klorofil aktual dan fitur warna dari kamera *smartphone* dan chromameter 3nh. Dalam metode grafik ini, perbedaan antara kedua teknik pengukuran diplot terhadap rata-rata kedua teknik tersebut. Nilai *different* diperoleh dari nilai total klorofil dikurangi dengan fitur warna, sedangkan *mean* diperoleh dari nilai total klorofil ditambah fitur warna dibagi dua. Cara untuk mendapatkan nilai standar deviasi dan grafik yaitu dengan menggunakan SPSS, copy data dari microsoft excel dan masukkan kedalam SPSS setelah itu klik Analyze > Compare Means > On Sample T Test > Ok. Titik persebaran data memperlihatkan banyak yang diluar karena rentang nilai klorofil aktual pada saat pengambilan sampel yang lebar, jika pengambilan datanya dalam rentang yang sempit misalkan di warna hijau saja kemungkinan persebaran data yang diluar garis kecil

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengukuran Kandungan Klorofil Daun Menggunakan SPAD

Penelitian ini bertujuan untuk memprediksi kandungan nilai klorofil daun padi dengan memanfaatkan fitur warna yang diekstraksi dari kamera *smartphone*. Sampel daun padi yang digunakan adalah berusia 2 minggu (anakan aktif) hingga usia 9 minggu (masa panen). Pengambilan sampel saat dilapangan menggunakan citra digital dan SPAD, daun padi yang digunakan memiliki nilai SPAD (*soil plant analysis development*) dengan nilai rentang 2-40 pada Gambar 2. SPAD (*soil plant analysis development*) merupakan alat yang digunakan untuk mengukur kandungan klorofil daun secara relatif.



Gambar 2. Sampel daun padi yang diambil dengan nilai SPAD (a) 2,6 (b) 4,1 (c) 7,6 (d) 10,4 (e) 13,8 (f) 17,3 (g) 20,3 (h) 22,9 (i) 24,7 (j) 25,4 (k) 27,1 (l) 28,7 (m) 30,4 (n) 32,8 (o) 34,7 (p) 36,5 (q) 40,4 (r) 41 (s) 41,6 (t) 42,2 (u) 43 (v) 43,4 (w) 44,9

Dataset fitur warna terbagi menjadi 3 bagian: (1) fitur warna yang didapatkan dari pengukuran daun menggunakan chromameter 3nh (2) fitur warna yang diekstraksi dari citra digital daun menggunakan kamera *smartphone* (3) fitur warna koreksi yang merupakan hasil nilai koreksi citra digital. Kandungan klorofil dari daun dianalisis dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 663 dan 646 nm. Pengukuran dilakukan pada panjang gelombang 663 dan 646, karena pada panjang gelombang tersebut terjadi perubahan absorbansi untuk setiap konsentrasi sampel paling besar, sehingga akan diperoleh nilai kepekaan analisis yang maksimum. Jumlah ekstrak total klorofil semakin besar apabila menggunakan campuran pelarut aseton sebagai larutan pengekstrak, sehingga pelarut tersebut merupakan pelarut yang optimum untuk mengekstrak total klorofil pada daun padi. Metode spektrofotometer merupakan sebuah metode untuk pemisahan klorofil a dan klorofil b. Sifat fisik klorofil adalah menerima atau memantulkan cahaya dengan gelombang yang berlainan. Klorofil banyak menyerap sinar dengan panjang gelombang antara 400 - 700 nm, terutama sinar merah dan biru.

Oleh karena itu penelitian ini menggunakan persamaan (1),(2),(3) kemudian akan didapatkan ekstraksi kandungan klorofil a, klorofil b, dan total klorofil pada daun padi.

Korelasi Fitur Warna Terhadap Kandungan Nilai Klorofil Daun Padi

Persamaan prediksi dihasilkan dari hubungan antara masing-masing fitur terhadap klorofil a, klorofil b, dan total klorofil. Korelasi Pearson digunakan untuk melihat salah satu ukuran korelasi yang digunakan untuk mengukur kekuatan dan arah hubungan linier dari dua variabel. Dua variabel dikatakan berkorelasi apabila perubahan salah satu variabel disertai dengan perubahan variabel lainnya, baik dalam arah yang sama ataupun arah yang sebaliknya. Tabel 4.1 memperlihatkan hasil korelasi antara nilai klorofil a, klorofil b, total klorofil dan fitur warna, dimana terdapat beberapa nilai yang mempunyai keeratan hubungan yang kuat, nilai koefisien korelasinya mendekati nol. Pada tabel tersebut terdapat bintang 1 dan bintang 2, tanda bintang 1 menunjukkan korelasi signifikan 1% atau 0,01 sedangkan bintang 2 menunjukkan korelasi 5% atau 0,05. Untuk klorofil a berkorelasi dengan fitur warna *A,R,G* (chromameter 3nh) dengan nilai korelasi $r = 0,997$. Klorofil b berkorelasi dengan fitur warna *A,R* (chromameter 3nh) dengan nilai korelasi $r = 0,953$. Total klorofil berkorelasi dengan fitur warna *A,R* (chromameter 3nh) dengan nilai korelasi $r = 0,973$. Sedangkan instrumen kamera *smartphone* dan persamaan koreksi menunjukkan hasil yang rendah sehingga tidak bisa untuk memprediksi kandungan klorofil pada daun padi.

Tabel 1. Korelasi fitur warna terhadap nilai klorofil

Tabel 3. Korelasi fitur warna terhadap nilai klorofil

Fitur	SPAD	chl a	chl b	total chl	R'	G'	B'	L'	A'	B'	L	A	B	R	G	B_c	r	g	b
SPAD	1																		
chl a	0,930**	1																	
chl b	0,926**	0,905**	1																
total chl	0,948**	0,962**	0,987**	1															
R'	-	-	-	-	1														
	0,896**	0,763**	0,853**	0,839**		1													
G'	-	-0,430*	-	-0,507*	0,846**	1													
	0,599**		0,534**		0,286	0,041	1												
B'_RGB	-	-	-0,416*	-0,509*	0,286	0,041	1												
	0,574**	0,638**			0,206	0,279	-0,303	1											
L'	-0,1116	0,044	-0,017	0,006	0,206	0,279	-0,303	1											
A'	-	-	-	-	0,819**	0,538**	0,435*	0,127	1										
	0,848**	0,729**	0,750**	0,760**	0,318	0,519*	-	0,457*	0,034	1									
B'_LAB	0,047	0,186	-0,071	0,024	0,318	0,519*	-	0,457*	0,034	1									
	-	-	-	-	0,841**	0,531**	0,806**	0,023	0,822**	-0,185	1								
L	0,985**	0,941**	0,897**	0,934**	0,876**	0,550**	0,549**	0,074	0,826**	-0,040	0,973**	1							
	-	-	-	-	0,905**	0,620**	0,508*	0,139	0,837**	0,019	0,959**	0,956**	1						
A	0,987**	0,948**	0,953**	0,973**	0,886**	0,583**	0,592**	0,100	0,841**	-0,069	0,990**	0,988**	0,975**	1					
	-	-	-	-	0,905**	0,620**	0,508*	0,139	0,837**	0,019	0,959**	0,956**	1						
B	0,973**	0,878**	0,925**	0,929**	0,886**	0,583**	0,592**	0,100	0,841**	-0,069	0,990**	0,988**	0,975**	1					
	-	-	-	-	0,856**	0,571**	0,668**	0,049	0,829**	-0,161	0,994**	0,961**	0,959**	0,989**	1				
R	0,997**	0,938**	0,928**	0,953**	0,856**	0,571**	0,668**	0,049	0,829**	-0,161	0,994**	0,961**	0,959**	0,989**	1				
	-	-	-	-	0,757**	0,446*	0,774**	-0,036	0,774**	-0,320	0,979**	0,934**	0,886**	0,953**	0,973**	1			
G	0,985**	0,922**	0,881**	0,917**	0,757**	0,446*	0,774**	-0,036	0,774**	-0,320	0,979**	0,934**	0,886**	0,953**	0,973**	1			
	-	-	-	-	0,106	0,486*	0,604**	0,229	-0,163	0,712**	-0,414*	-0,377	-0,277	-0,356	-0,369	-0,481*	1		
B_c	0,948**	0,942**	0,829**	0,891**	0,106	0,486*	0,604**	0,229	-0,163	0,712**	-0,414*	-0,377	-0,277	-0,356	-0,369	-0,481*	1		
	0,331	0,481*	0,329	0,394	0,106	0,486*	0,604**	0,229	-0,163	0,712**	-0,414*	-0,377	-0,277	-0,356	-0,369	-0,481*	1		
r	0,331	0,481*	0,329	0,394	0,106	0,486*	0,604**	0,229	-0,163	0,712**	-0,414*	-0,377	-0,277	-0,356	-0,369	-0,481*	1		
g	0,835**	0,843**	0,779**	0,821**	-	-0,078	-	0,068	-	0,416*	-	-	-	-	-	-	0,739**	1	
	-0,460*	-	-0,323	-0,420*	0,151	-0,101	0,981**	-0,335	0,330	-	0,581**	0,451*	0,394	0,482*	0,552**	0,683**	-	-	1
b	-0,460*	-	-0,323	-0,420*	0,151	-0,101	0,981**	-0,335	0,330	-	0,581**	0,451*	0,394	0,482*	0,552**	0,683**	-	-	1
		0,560**								0,863**							0,651**		0,636**

Keterangan:

Fitur warna kamera : (R',G',B'_RGB,L',A',B'_LAB)

Fitur warna chromameter 3nh : (L,A,B,R,G,B_c)

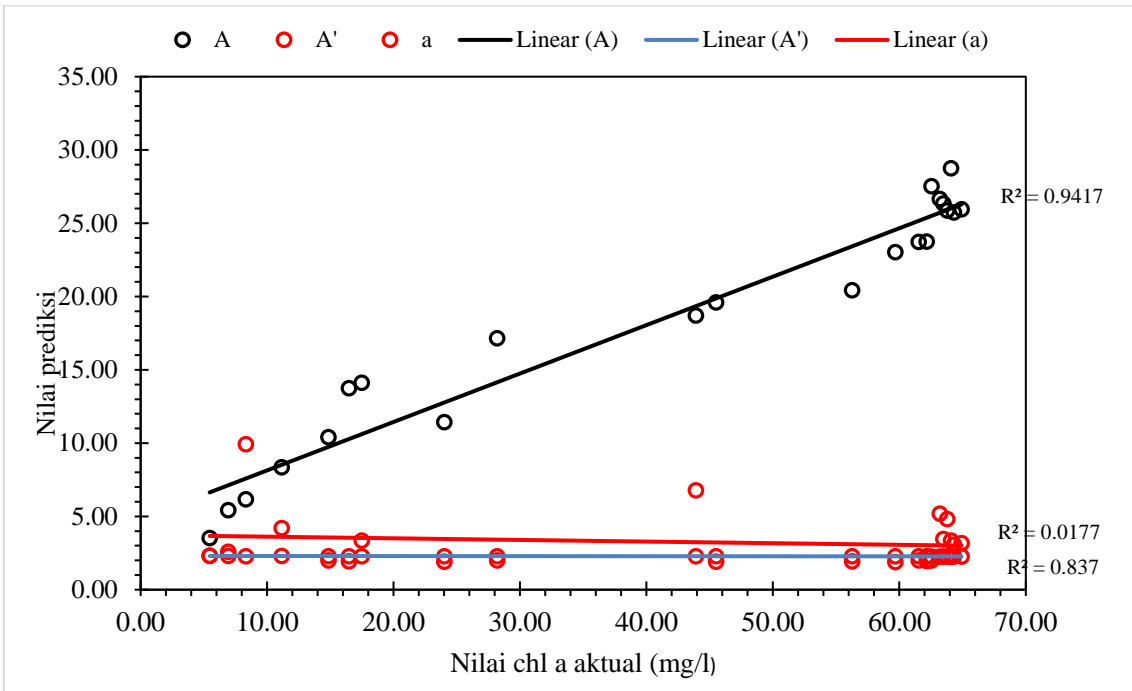
Fitur warna koreksi : (r.g.b.l.a.b)

Persamaan koreksi yang digunakan oleh Souza,dkk (2018) untuk mengkoreksi nilai $R.G.B$ dari kamera *smartphone* menghasilkan nilai korelasi yang turun pada klorofil a dengan kamera *smartphone*, klorofil b dengan hasil koreksi, sedangkan total klorofil dengan hasil koreksi. Hal tersebut dikarenakan saat pengambilan citra digital dengan menggunakan kamera *smartphone* pada pencahayaan yang terkondisi sehingga tidak memerlukan koreksi. Persamaan prediksi didapatkan dari nilai korelasi pearson yang tinggi antara fitur warna R dan A terhadap klorofil a, fitur warna R dan A terhadap klorofil b, fitur warna R dan A terhadap total klorofil, kemudian didapatkan persamaan prediksi merupakan persamaan regresi linier $y = mx + c$ dengan m sebagai parameter warna dan c sebagai nilai konstanta tabel 4.2.

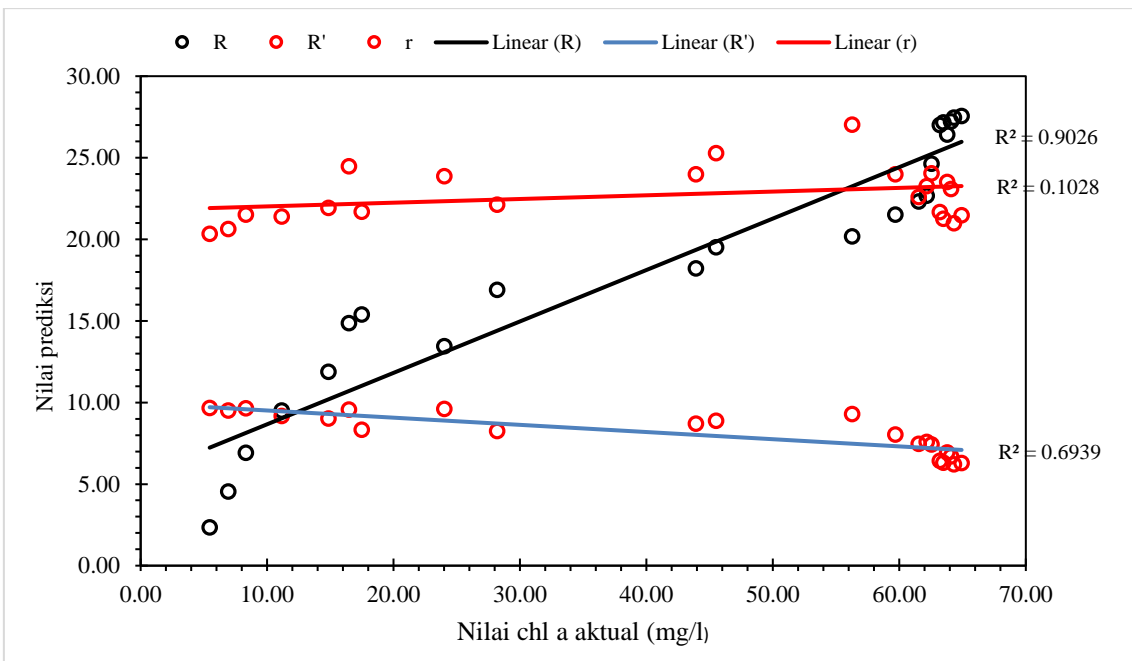
Tabel 4. Persamaan Prediksi Kandungan Klorofil Dengan Fitur Warna

Kandungan klorofil	Fitur warna	Persamaan prediksi	(R^2)	Persamaan
Chl a	A	$Y = -0,837 x + 18,986$	0,9417	(4.1)
	R	$Y = -0,150 x + 40,610$	0,9026	(4.2)
	G	$Y = 0,026 x + 3,466$	0,8183	(4.3)
Chl b	A	$Y = -1,436 x + 26,504$	0,9468	(4.4)
	R	$Y = -0,254 x + 62,995$	0,9075	(4.5)
Total chl	R	$Y = -0,404 x + 103,605$	0,9175	(4.6)
	A	$Y = -2,273 x + 45,489$	0,9468	(4.7)

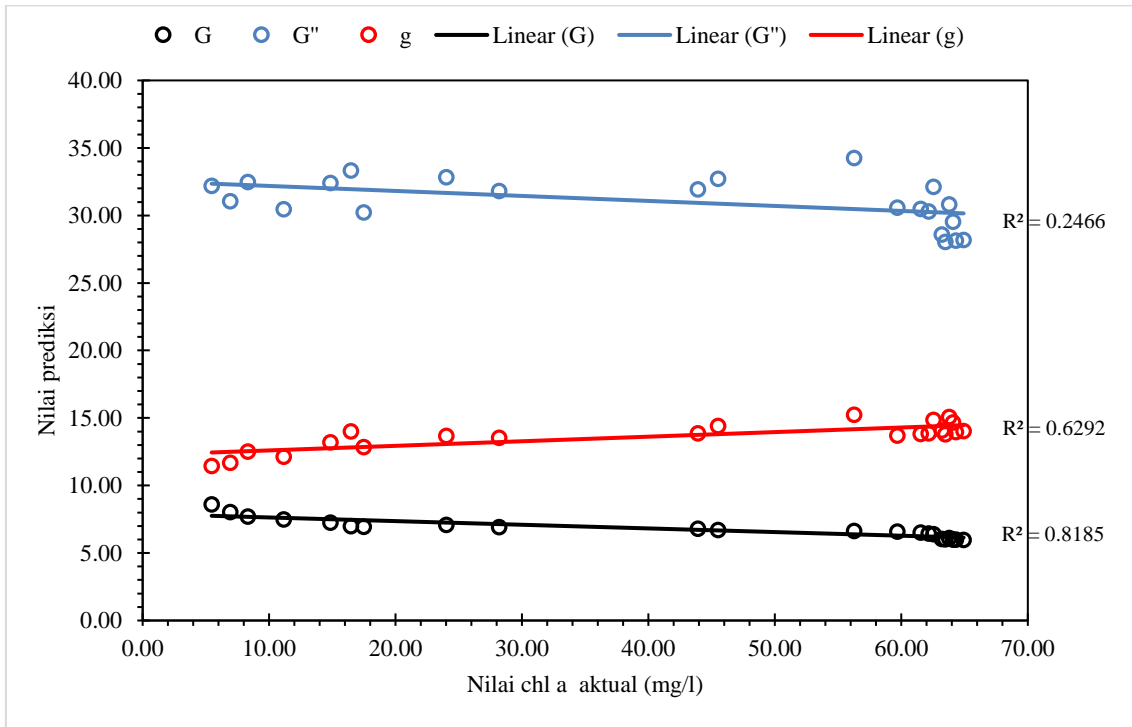
Grafik 1 memperlihatkan hubungan antara nilai aktual chl a terhadap nilai prediksi menggunakan fitur A , A' dan a . Diketahui bahwa korelasi tertinggi didapatkan dari chromameter 3nh dengan nilai aktual $R^2 = 0,9417$ sehingga dapat dikatakan bahwa instrumen chromameter 3nh dapat digunakan untuk memprediksi nilai chl a, sedangkan korelasi antara fitur R , R' dan r dengan aktual chl a memiliki korelasi $R^2 = 0,9026$ pada Grafik 4.2. Sedangkan untuk Grafik 2 memperlihatkan hubungan antara nilai aktual chl a terhadap nilai prediksi menggunakan fitur G , G' dan a . Diketahui bahwa korelasi tertinggi didapatkan dari chromameter 3nh dengan nilai aktual $R^2 = 0,8185$. Sehingga dikatakan bahwa citra digital kamera *smartphone* dapat digunakan untuk memprediksi nilai Chl a.



Grafik 1 Nilai prediksi chl a dengan fitur A , A' dan a

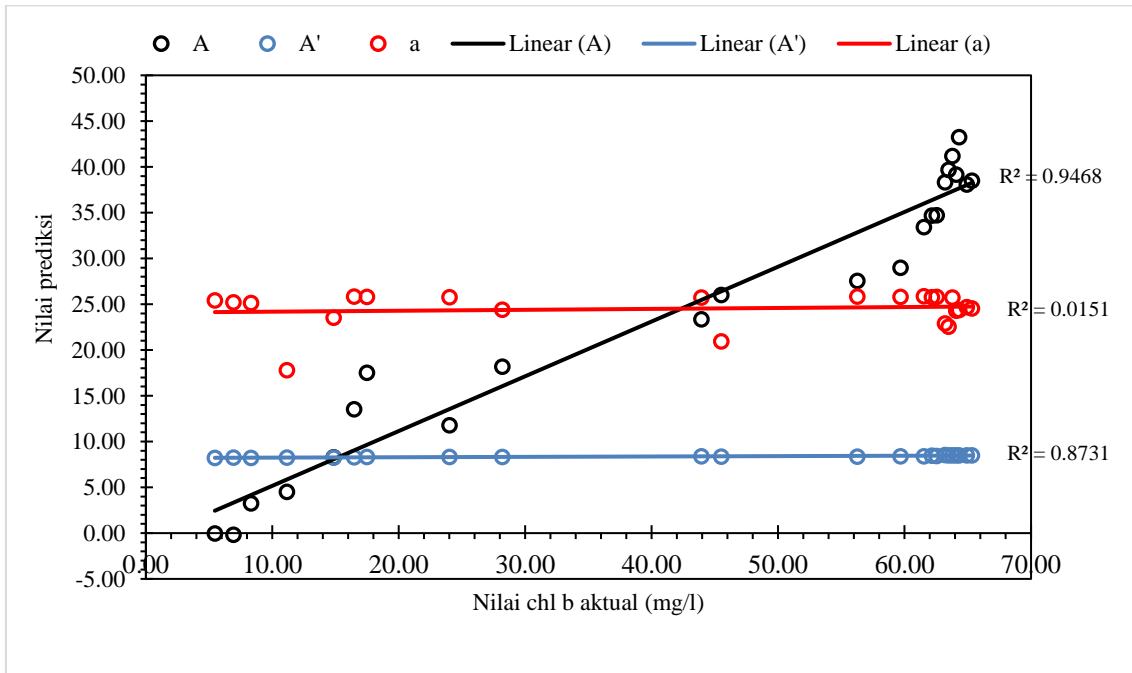


Grafik 2 Nilai prediksi chl a dengan fitur R , R' dan r

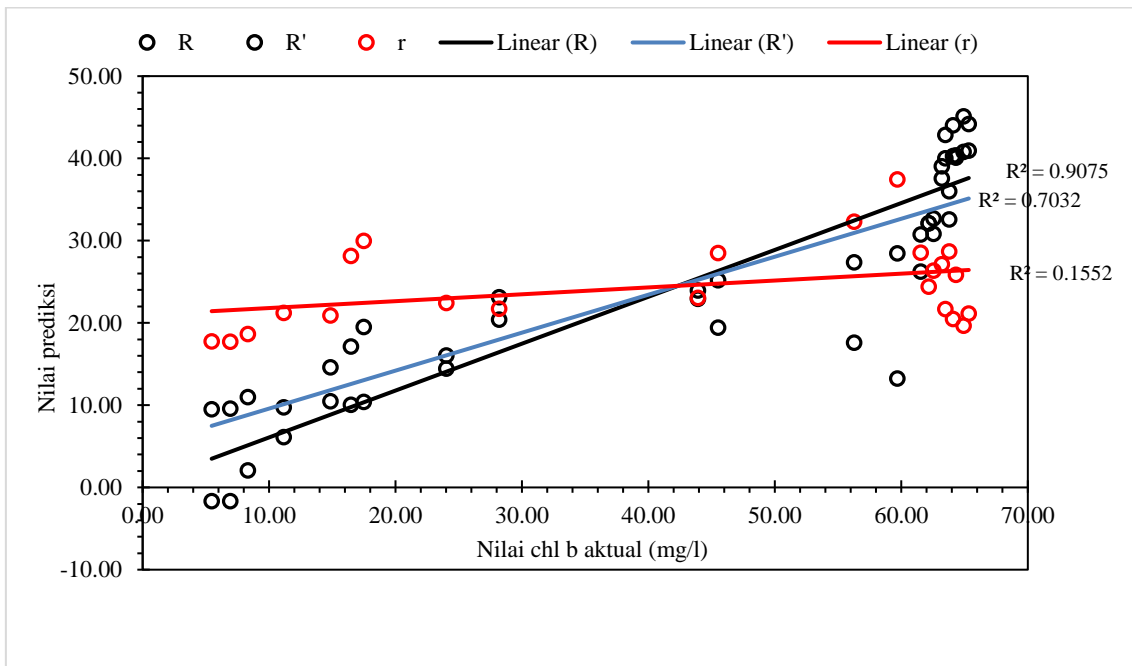


Grafik 3 Nilai prediksi chl a dengan fitur G , G' , dan g

Grafik 4 memperlihatkan hubungan antara nilai aktual chl b terhadap nilai prediksi menggunakan fitur A , A' dan a . Diketahui bahwa korelasi tertinggi didapatkan dari chromameter 3nh dengan nilai aktual $R^2 = 0,9468$. Sedangkan untuk Grafik 5 memperlihatkan hubungan antara nilai aktual chl b terhadap nilai prediksi menggunakan fitur R , R' dan r . Diketahui bahwa korelasi tertinggi di dapatkan dari chromameter 3nh dengan nilai aktual $R^2 = 0,9075$. Dari hasil tersebut menunjukkan korelasi nilai klorofil b dengan fitur warna adalah 0,50 - 0,90 sehingga hubungan korelasi sedang.

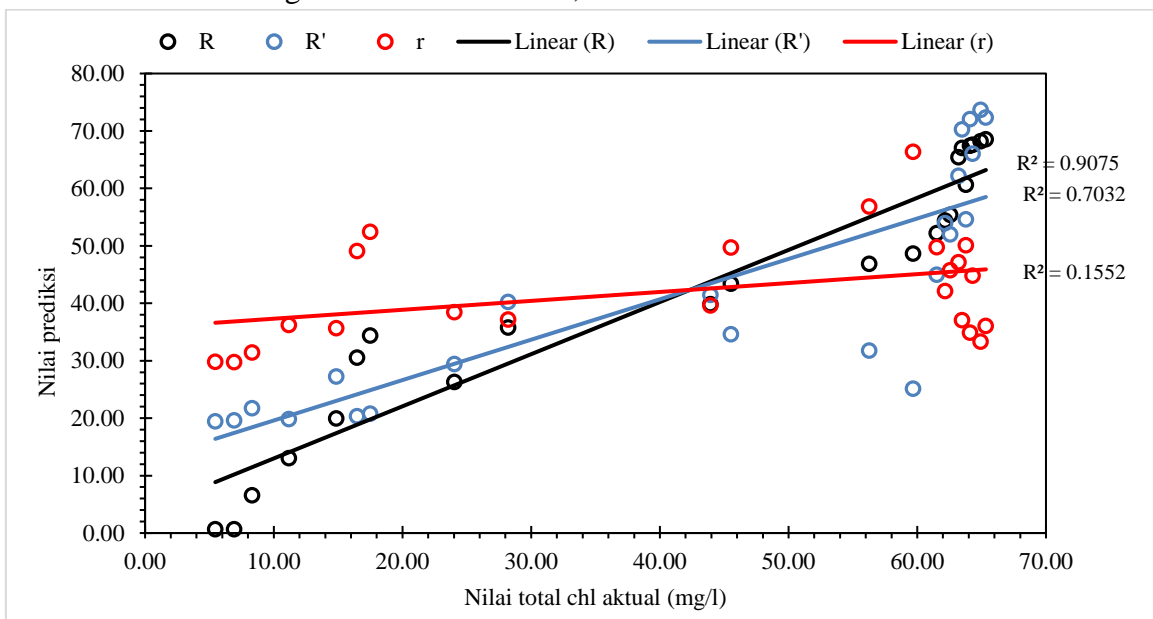


Grafik 4 Nilai prediksi chl b dengan fitur A , A' dan a

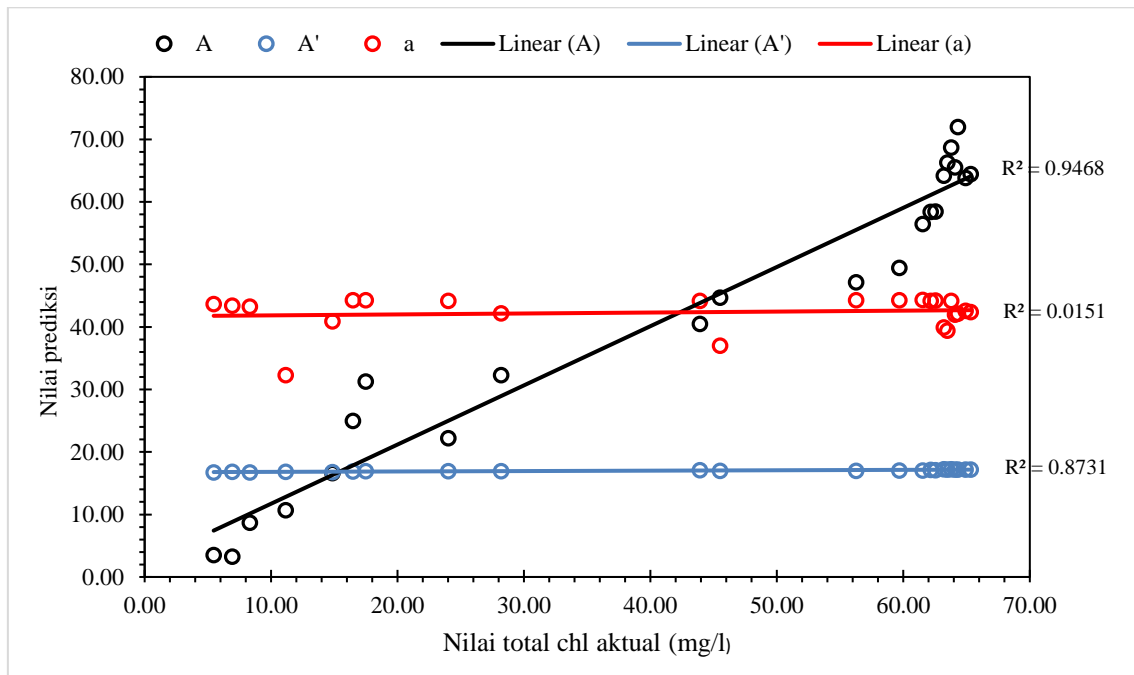


Grafik 5 Nilai prediksi chl b dengan fitur R , R' dan r

Grafik 6 memperlihatkan hubungan antara nilai aktual total chl terhadap nilai prediksi menggunakan fitur R , R' dan r . Diketahui bahwa korelasi tertinggi didapatkan dari chromameter 3nh dengan nilai aktual $R^2 = 0,9075$. Sedangkan untuk Grafik 7 memperlihatkan hubungan antara nilai aktual total chl terhadap nilai prediksi menggunakan fitur A , A' dan a . Diketahui bahwa korelasi tertinggi di dapatkan dari chromameter 3nh dengan nilai aktual $R^2 = 0,9468$.

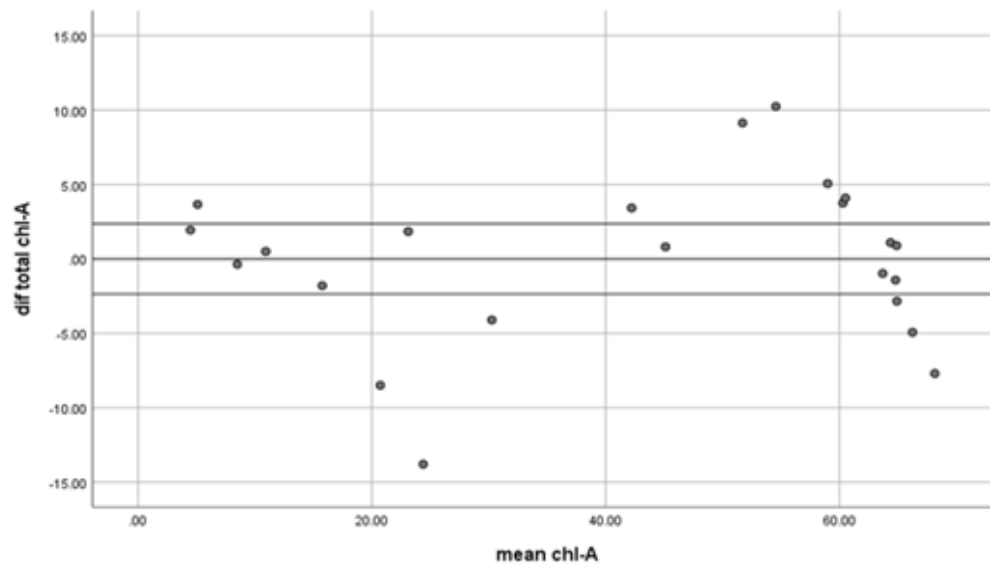


Grafik 6 Nilai prediksi total chl dengan fitur R , R' dan r



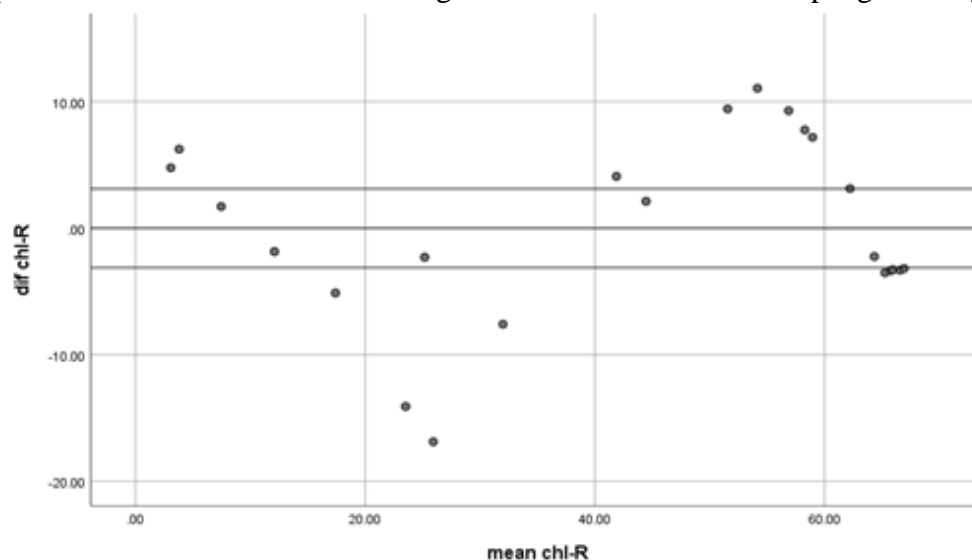
Grafik 7 Nilai prediksi total chl dengan fitur A , A' dan a

Dari beberapa parameter warna yang didapatkan dari kamera smartphone dan chromameter 3nh menunjukkan korelasi yang tinggi terhadap klorofil a, klorofil b dan total klorofil adalah nilai total klorofil dengan chromameter 3nh, dapat dilihat dari Grafik 6 dan Grafik 7. Nilai korelasi yang paling tinggi adalah korelasi antara fitur warna R dengan nilai 0,9075 dan A dengan nilai 0,9468 yang didapatkan dari chromameter 3nh dengan total klorofil. Oleh karena itu nilai prediksi seharusnya berkesesuaian dengan nilai aktual, sehingga untuk melihat kesesuaian antar kedua instrumen pengukuran maka digunakan analisis Bland Altman untuk melihat persebaran datanya. Menurut Özgür (2018), korelasi yang tinggi antara kedua jenis pengukuran tidak menjamin kedua pengukuran tersebut berkesesuaian (agreement). Bland Altman merupakan metode statistika yang digunakan untuk membandingkan dua teknik pengukuran. Dalam metode grafik ini selisih (atau rasio) antara dua tehnik pengukuran tersebut diplotkan dengan rata-ratanya. Bland Altman Test digunakan untuk mengetahui hubungan antara selisih dan rata-rata.



Gambar 3. Rentang kesesuaian antara total klorofil laboratorium dengan fitur warna A (*mean chl-A* : nilai tengah antara total klorofil dengan fitur warna A, *diff total chl-A* : rentang perbedaan dari pengukuran antara total total klorofil dengan fitur warna A)

Gambar 3. memperlihatkan perbedaan kedua jenis pengukuran berada di dalam rentang kesesuaian antara total klorofil laboratorium dengan fitur warna A yaitu $\pm 5,00$ dengan standar deviasi 5,46 dan *mean* 0,0004. Hal tersebut bisa terjadi karena persebaran data di luar nilai rentang disebabkan standar deviasi pengukuran yang besar.



Gambar 4. Rentang kesesuaian antara total klorofil laboratorium dengan fitur warna R A (*mean chl-R* : nilai tengah antara total klorofil dengan fitur warna R, *diff total chl-R* : rentang perbedaan dari pengukuran antara total total klorofil dengan fitur warna R)

Sedangkan pada gambar 4 memperlihatkan perbedaan kedua jenis pengukuran berada di dalam rentang kesesuaian antara total klorofil laboratorium dengan fitur warna R yaitu $\pm 10,00$ dengan standar deviasi 7,20 dan *mean* 0,00007. Oleh karena itu nilai

standar deviasi dapat memberikan gambaran nilai ketidakpastian saat melakukan pengukuran data. Berdasarkan hasil pengujian antara nilai kandungan klorofil pada daun padi dan fitur warna *R.G.B* menggunakan citra digital kamera *smartphone* berkorelasi dengan chromameter 3nh berpengaruh terhadap hasil akurasi. Hal tersebut ditunjukkan dengan ekstraksi warna daun menggunakan chromameter 3nh lebih berpengaruh untuk bisa memprediksi kandungan klorofil daun padi dari citra digital *R.G.B*

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut. 1) Instrumen SPAD memiliki korelasi sempurna dengan klorofil a, klorofil b, dan total klorofil masing-masing 0,930, 0,926, dan 0,948. Sehingga sampel yang digunakan dimungkinkan memiliki variasi kandungan klorofil dan dapat digunakan untuk membangun persamaan prediksi. 2) Mendapatkan korelasi fitur warna dari kamera *smartphone* diperoleh hasil 0,839, korelasi fitur warna dari chromameter 3nh diperoleh hasil 0,973 dan korelasi fitur warna menggunakan persamaan souza, dkk diperoleh hasil 0,394. Fitur warna daun menggunakan chromameter 3nh memiliki potensi untuk bisa memprediksi kandungan klorofil daun padi. 3) Hasil analisis yang menggunakan persamaan dari chromameter 3nh untuk menduga kandungan klorofil antara lain (a) $Y = -0,837 x + 18,986$ dengan hasil $R^2 = 0,9417$ untuk klorofil a, (b) klorofil b diperoleh $Y = -0,254 x + 62,995$ dengan hasil $R^2 = 0,9075$, (c) total klorofil diperoleh $Y = -2,273 x + 45,489$ dengan hasil $R^2 = 0,9468$. Sehingga didapatkan bahwa dari parameter fitur warna citra digital yang memiliki nilai korelasi tinggi adalah total klorofil.

DAFTAR PUSTAKA

- Astrianda, N. 2020. Klasifikasi Kematangan Buah Tomat Dengan Variasi Model Warna Menggunakan Support Vector Machine. *Vocatech: Vocational Education and Technology Journal*, 1(2), 45–52. <https://doi.org/10.38038/vocatech.v1i2.27>
- Cahyono, B. E., Nugroho, A. T., & Husen, J. 2018. Karakteristik Time Series Reflektansi Tanaman Padi Varietas Ciherang Dengan Analisis RGB Citra Fotografi. *Jurnal Fisika Flux*, 15(1), 59. <https://doi.org/10.20527/flux.v15i1.4381>
- Gunawan, A. A. A. 2020. Estimasi Kandungan Klorofil pada Tanaman Tebu (*Saccharum Officinarum* L.) Menggunakan Metode Ground Based Remote Sensing (Gbrs) Dan Low Altitude Remote Sensing (Lars).
- H.kristanoko. 2021. Analisis Warna Berbasis Smartphone Android dan Aplikasinya dalam Pendugaan Umur Simpan Konsentrat Apel. 41(3), 211–219.
- Harnis, P., Sari, Y. A., & Rahman, M. A. 2019. Segmentasi Citra Kue Tradisional Menggunakan Otsu Thresholding dan Ruang Warna CIE LAB. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 3(7), 6799–6808. <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- Hasidah, Mukarlina, & Rousdy, D. W. 2017. Kandungan Pigmen Klorofil, Karotenoid dan Antosianin Daun *Caladium*. *Jurnal Protobiont*, 6(2), 29–37.
- Khuriyati, N., Fibriato, M. B., & Nugroho, D. A. 2018. Penentuan Kualitas Buah Naga

- (*Hylocereus undatus*) Dengan Metode Non Destruktif Determination of Dragon Fruit Quality. *Jurnal Teknologi & Industri Hasil Pertanian*, 23(2), 65. <https://doi.org/10.23960/jtihp.v23i2.65-74>
- Shpakov, O. N., & Bogomolov, G. V. 1981. Technogenic Activity Of Man And Local Sources Of Environmental Pollution. *Studies in Environmental Science*, 17(C), 329–332. [https://doi.org/10.1016/S0166-1116\(08\)71924-1](https://doi.org/10.1016/S0166-1116(08)71924-1)
- Souza, W. S., de Oliveira, M. A. S., de Oliveira, G. M. F., de Santana, D. P., & de Araujo, R. E. 2018. Self-Referencing Method for Relative Color Intensity Analysis Using Mobile-Phone. *Optics and Photonics Journal*, 08(07), 264–275. <https://doi.org/10.4236/opj.2018.87022>
- Tawary, M., Pontoh, J., & Momuat, L. 2019. Analisis Kandungan Klorofil Pada Anak Daun Tanaman Kelapa (Analysis of Chlorophyll Content in Children Leaves of Coconut Plants). *Jurnal Bios Logos*, 9(2), 76. <https://doi.org/10.35799/jbl.9.2.2019.24372>
- Xiong, D., Chen, J., Yu, T., Gao, W., Ling, X., Li, Y., Peng, S., & Huang, J. 2015. SPAD Based Leaf Nitrogen Estimation Is Impacted By Environmental Factors And Crop Leaf Characteristics. *Scientific Reports*, 5, 1–12. <https://doi.org/10.1038/srep13389>
- Yuan, Z., Cao, Q., Zhang, K., Ata-ul-karim, S. T., Tian, Y., & Zhu, Y. 2016. Optimal Leaf Positions for SPAD Meter Measurement in Rice. 7(May), 1–10. <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.00719>