

# PERBANDINGAN AKURASI PENGUKURAN KLOORIFIL DAN KADAR NITROGEN ANTARA SPAD DENGAN NDVI PADA TANAMAN JAGUNG (*Zea mays*)

Farid Hanafiyanto<sup>1\*</sup>, dan Wahono<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian Peternakan, Universitas Muhammadiyah Malang

<sup>2</sup>Dosen Agroteknologi, Fakultas Pertanian Peternakan, Universitas Muhammadiyah Malang

Email: faridhanafiyanto@gmail.com

## ABSTRACT

SPAD is a manual technology to detect field chlorophyll content. The use of SPAD to detect chlorophyll content and determine plant health. SPAD takes a long time and is less effective if used in a large area of land. The development of agricultural technology such as UAV answers the problems and needs of people who have large areas of land, thus saving time and costs. NDVI makes it easier to detect plant health by looking at the chlorophyll and nitrogen content in plants. The aims of this study are (1) to determine the comparison of the accuracy of chlorophyll and nitrogen measurements between SPAD and NDVI (2) to determine the ratio of chlorophyll and nitrogen to the estimation results of SPAD and NDVI estimates. The methods used are the determination of chlorophyll and nitrogen in the laboratory, Software, ArcGIS Software to determine the estimated value, and regression data analysis and T test. The results showed the correlation value between SPAD and Chlorophyll Lab was 0.8138. SPAD and Nitrogen Lab 0.8725. Lab NDVI and Chlorophyll 0.8882, and Lab NDVI and Nitrogen 0.9029. This shows a very strong relationship and a unidirectional relationship between variables. The results of the two-sample paired t-test showed that there were no significant differences from all model equations which had a smaller t-count than the t-table.

**Keywords: NDVI, SPAD, and UAV.**

## ABSTRAK

SPAD merupakan teknologi manual sebagai pendeteksi kandungan klorofil lapang. Penggunaan SPAD untuk mendeteksi kandungan klorofil dan menentukan kesehatan tanaman. SPAD membutuhkan waktu lama dan kurang efektif jika digunakan dalam suatu areal lahan yang luas. Perkembangan teknologi pertanian seperti UAV menjawab permasalahan dan kebutuhan masyarakat yang memiliki lahan yang luas, sehingga dapat menghemat waktu dan biaya. NDVI mempermudah mendeteksi kesehatan tanaman dengan melihat kandungan klorofil dan nitrogen pada tanaman. Tujuan penelitian ini yaitu (1) Mengetahui perbandingan akurasi pengukuran klorofil dan nitrogen antara SPAD dengan NDVI (2) Mengetahui perbandingan klorofil dan nitrogen hasil estimasi pendugaan SPAD dengan NDVI. Metode yang digunakan yaitu penentuan klorofil dan nitrogen di laboratorium, Software ArcGIS untuk mengetahui nilai estimasi pendugaan, dan analisis data regresi dan uji T. Hasil penelitian menunjukkan nilai korelasi korelasi antara SPAD dan Klorofil Lab 0,8138. SPAD dan Nitrogen Lab 0,8725. NDVI dan Klorofil Lab 0,8882, dan NDVI dan Nitrogen Lab 0,9029. Hal ini menunjukkan hubungan yang sangat kuat dan hubungan yang searah antar variabel. Hasil uji T dua sampel berpasangan menunjukkan tidak terdapat perbedaan yang signifikan dari semua persamaan model dimana memiliki nilai t hitung lebih kecil dibandingkan dengan t tabel.

**Kata Kunci: NDVI, SPAD, dan UAV.**

## 1. PENDAHULUAN

Jagung merupakan salah satu tanaman penting dalam budidaya pertanian. Peningkatan jumlah permintaan jagung didominasi oleh permintaan dari sektor

industri pakan ternak. Perkembangan sektor industri ini mengharuskan peningkatan perluasan lahan jagung untuk produksi jagung semakin meningkat [1]. Penambahan

luas lahan pada usahatani relatif sulit dilakukan oleh petani untuk melakukan perawatan dan budidaya tanaman jagung. Kegiatan ini relatif membutuhkan biaya yang cukup besar, membayar tenaga kerja, dan efisiensi waktu yang cukup banyak [2]. Perkembangan teknologi pertanian menjadi aspek penting untuk mempermudah dalam usahatani secara efisien dan dapat menjawab permasalahan petani yang memiliki lahan luas. UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) merupakan solusi untuk mempermudah menentukan tingkat kehijauan dan tingkat kesehatan suatu tanaman jagung pada area yang luas, sehingga dapat menghemat waktu, mempermudah pemupukan tanpa harus membutuhkan dan membayar tenaga kerja [3].

Klorofil meter SPAD merupakan pendeteksi klorofil lapang. Nilai SPAD memiliki hubungan dengan kesehatan tanaman yang dapat menentukan hasil produksi panen jagung. Dengan demikian nilai SPAD yang terkandung pada tanaman juga akan memberikan informasi tentang kandungan nitrogen yang terkandung pada daun [4]. Metode pengukuran dengan klorofil meter SPAD untuk menganalisis kandungan klorofil dan nitrogen pada daun tanaman belum efektif dan memakan banyak waktu jika harus dilakukan pada suatu area lahan yang luas. Oleh karena itu penelitian ini dilakukan dengan menggunakan teknologi yang dapat memprediksi nilai klorofil dan nitrogen pada daun dengan menggunakan teknik citra foto udara.

Pemanfaatan GIS (*Geographical Information System*) dapat membantu mengelola sumber daya pertanian. Pemanfaatan pengindera jarak jauh dapat mengatasi masalah waktu dan biaya dalam memprediksi klorofil dan nitrogen. Kemampuan pengindera jauh dalam memprediksi klorofil dan nitrogen pada tanaman sangat menjanjikan untuk mendukung manajemen pertanian dalam efisiensi waktu, dan mengurangi biaya pertanian [5]. Oleh sebab itu, penting membahas keefektifan penggunaan UAV dan sistem GIS dalam bidang pertanian untuk mengetahui dan memperoleh informasi dalam monitoring klorofil dan nitrogen yang terkandung dalam daun jagung pada suatu area yang luas secara akurat.

Tujuan penelitian ini adalah (1) Mengetahui perbandingan akurasi pengukuran klorofil dan nitrogen antara SPAD dengan NDVI (2) Mengetahui

perbandingan klorofil dan nitrogen hasil estimasi pendugaan SPAD dengan NDVI.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Tanaman Jagung

Jagung merupakan salah satu komoditas yang penting di Indonesia. Selain sebagai pangan pokok, jagung juga merupakan bahan pakan ternak dan bahan baku industri olahan. Penggunaan jagung terutama sebagai bahan baku industri dan pakan ternak terus mengalami peningkatan. Peningkatan produksi jagung dapat dilakukan dengan perluasan areal penanaman, peningkatan produktivitas, dan perbaikan teknologi [6]. Kegiatan budidaya jagung dan pengolahan lahan tidak dapat dipisahkan dengan perlakuan pemupukan. Pemupukan merupakan salah satu faktor penentu dalam upaya meningkatkan produktivitas tanaman jagung. Unsur hara N sangat penting untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman jagung [7].

Nitrogen adalah unsur hara makro esensial yang dibutuhkan tanaman dalam jumlah besar, namun ketersediaannya dalam tanah sangat sedikit dan mudah hilang. Nitrogen sangat diperlukan oleh tanaman jagung pada fase pertumbuhan vegetatif seperti daun, batang, dan akar [8]. Nitrogen berfungsi sebagai penyusun penting dari klorofil. Kandungan klorofil pada daun jagung dapat diketahui dengan mengukur tingkat kehijauan daun pada suatu tanaman. Tingkat kehijauan daun menunjukkan bahwa tanaman memiliki kadar nitrogen yang cukup serta menunjukkan kondisi pertanaman yang sehat [9].

Pertumbuhan tanaman dipengaruhi oleh faktor-faktor eksternal salah satunya intensitas cahaya. Intensitas cahaya berperan penting dalam penerimaan energi bagi tanaman melalui proses fotosintesis dengan penyerapan langsung foton oleh molekul molekul pigmen seperti klorofil. Klorofil merupakan pigmen berwarna hijau yang ditemukan pada kebanyakan tumbuhan. Setiap daun pada setiap tanaman memiliki kandungan klorofil yang berbeda-beda [10]. Klorofil sangat vital dalam proses fotosintesis, karena membuat tanaman mendapatkan energi dari cahaya matahari. Memprediksi hasil berdasarkan nilai klorofil dapat menentukan kebutuhan nutrisi tanaman pada saat yang tepat sehingga dapat meningkatkan produktivitas tanaman jagung. Klorofil merupakan faktor utama yang mempengaruhi fotosintesis. Klorofil adalah pigmen pemanfaatan energi matahari

pemicu fiksasi CO<sub>2</sub> untuk menghasilkan karbohidrat. Karbohidrat yang dihasilkan dalam fotosintesis diubah menjadi lemak, protein, asam nukleat, dan molekul organik bagi ekosistem secara keseluruhan [11].

## 2.2. Klorofil SPAD

Pengukuran nilai klorofil lapangan dapat dilakukan dengan menggunakan alat klorofil meter SPAD yang dinyatakan dalam satuan unit. Pendeteksi kandungan klorofil diperlukan teknologi klorofil meter untuk mendeteksi kandungan klorofil daun secara cepat dan efisien. Meski memiliki keunggulan dalam mendeteksi klorofil dengan menampilkan nilai klorofil langsung pada layar SPAD. Selain itu, klorofil meter SPAD memiliki harga yang cukup mahal dan pengukuran SPAD dalam mendeteksi kandungan klorofil memakan waktu yang lama jika dilakukan pada area lahan yang luas [12].

Klorofil adalah satu salah satu faktor untuk menentukan status N pada daun. Pengukuran kandungan klorofil menggunakan alat klorofil meter SPAD diukur dengan tiga kali pengukuran untuk mendapatkan nilai klorofil total. Setiap sampel daun yang akan diukur kadar klorofilnya dijepitkan pada bagian sensor dari alat tersebut. Sensor SPAD ditempatkan dibagian pangkal daun, tengah daun, dan ujung daun. Hasil pengukuran kadar klorofil dengan klorofilmeter SPAD dapat dikategorikan ke dalam tiga kriteria, yaitu rendah, sedang dan tinggi [10].

Teknologi SPAD adalah sebuah alat pengukur klorofil daun yang bersifat manual. Pembacaan nilai pada SPAD belum bersifat berkelanjutan karena masih bersifat objektif maka perlu dilakukannya analisis klorofil hasil uji laboratorium dalam memberikan informasi akurat dan berkelanjutan dalam memprediksi hasil panen atau hasil produktivitas tanaman pada suatu area lahan yang luas [13].

## 2.3. UAV (Unmanned Aerial Vehicle)

Teknologi baru yang telah dikembangkan pada era 4.0 yang dapat digunakan dibidang pertanian untuk pemetaan dan pengambilan video dari atas permukaan yaitu dengan menggunakan UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) atau *drone* [14]. UAV dapat digunakan sebagai alternatif solusi untuk pemetaan, penyemprotan pestisida, mendeteksi kesehatan tanaman, kesuburan tanah, menghitung parameter indeks vegetasi, tinggi tanaman, hasil panen, indeks luas daun, sifat tanah permukaan,

stres air, model tinggi tajuk, kandungan klorofil daun, kadar N, dan lain-lain.

*Drone* juga dapat dihubungkan dengan satelit untuk mengatur atau men-*setting* luas dan area lahan yang dimiliki oleh petani untuk pemetaan lahan, mendeteksi keadaan kesuburan tanah, jenis-jenis hama dan penyemprotan pestisida [5]. Pemantuan pertumbuhan tanaman jagung dengan menggunakan alat UAV bertujuan untuk mengenal pasti jenis-jenis rawatan lahan yang mampu memberikan hasil produktivitas jagung yang tinggi. Kombinasi teknologi UAV, *software* Quantum GIS dan *software* ArcGIS merupakan kaedah pengurusan lahan yang lebih efektif dan dikenali sebagai pertanian tepat [15].

Inovasi teknologi revolusi industri 4.0 sangat berpengaruh penting pada sektor pertanian dimana dalam berusaha tani akan lebih efisien sehingga terjadi peningkatan produktivitas dan daya saing [16]. Penggunaan teknologi pemanduan pesawat tanpa awak (UAV) disarankan dalam agenda kerjaan. UAV yang dilengkapi dengan kamera mampu memberi gambaran plot tanaman secara menyeluruh (murugan). Sistem maklumat geografis (GIS) dan teknologi penginderaan jarak jauh (*Remote Sensing* atau RS) digunakan sebagai elemen bantuan untuk pengurusan lahan yang luas. Pengambilan data menggunakan UAV dan kamera multispektral mampu menghasilkan bacaan NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) yang beresolusi tinggi [15].

## 2.4. Software ArcGIS

ArcGIS adalah salah satu *software* yang dikembangkan oleh ESRI (*Environmental System Research Institute*) yang banyak digunakan untuk mengakomodasi kebutuhan dalam pengelolaan sumberdaya alam dan lingkungan. ArcGIS merupakan perangkat lunak yang terbilang besar. Perangkat lunak ini menyediakan kerangka kerja yang bersifat *scalable* (bisa diperluas sesuai kebutuhan). ArcGIS adalah produk sistem kebutuhan *software* yang merupakan kumpulan dari produk-produk *software* lainnya yang bertujuan untuk membangun sistem SIG yang lengkap sesuai kebutuhan penggunaannya [17].

ArcGIS perangkat lunak yang diciptakan khusus untuk kompatibilitas Sistem Informasi berbasis Geografis (SIG) yang membutuhkan performance besar seperti Server GIS, DatabaseGIS, Web GIS dan lain sebagainya. Teknologi ESRI (*Environmental System Research Institute*) memudahkan dalam mengumpulkan

serta menganalisis data-data di bidang pertanian dalam satu sistem terpusat. Di dalam ArcGIS terdapat beberapa aplikasi Sistem Informasi Geografis yang memiliki fungsi berbeda-beda. Di antaranya adalah ArcView, ArcMap, ArcCatalog, dan ArcReader. Tetapi dalam menganalisis Indeks NDVI menggunakan ArcGIS desktop yaitu ArcMap. ArcGIS adalah solusi pemetaan digital terintegrasi dari sekian banyak produk yang saling terkait di bidang pemetaan digital yang dikembangkan oleh ESRI [18].

Perangkat lunak (*software*) ArcGIS maupun Quantum GIS adalah suatu Sistem Informasi Geografis (SIG) yang berbasis komputer yang memberikan kemampuan untuk menagani data bereferensi geografis meliputi kesesuaian lahan, pengelolaan, seta output data bagian tertentu dari suatu tanaman untuk produksi pertanian. Model data digital dalam SIG terintegrasi dengan pendekatan evaluasi multi kriteria yaitu format raster dan vektor dalam aplikasi. Model raster merupakan model data yang menampilkan, menempatkan, dan menyimpan data spasial dengan struktur matrik yang membentuk grid. Model data vektor merupakan model data spasial yang menampilkan, menempatkan, dan menyimpan data spasial dengan menggunakan titik, garis, kurva, atau polygon [19].

### 3. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan pada bulan November 2020 sampai Januari 2021 bertempat di Desa Pagergung, Kecamatan Wajak, Kabupaten Malang. Analisis klorofil dan nitrogen dilakukan di Laboratorium Bioteknologi Universitas Muhammadiyah Malang. Alat yang digunakan dalam penelitian ini Drone, *software* ArcGIS, *software* Metasif *software* Quantum GIS, klorofil meter SPAD, ATK, alat dokumentasi, papan plot, mortal matir, gelas kimia, pipet ukur, karep hisap, labu takar, corong kaca, erlenmeyer, tabung reaksi, kuvet, spektrofotometer, buret, statif, set destilasi, set destruksi, pemanas dan klem. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi jagung, daun jagung, Aseton 80%, kertas saring, serbuk katalis, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, HCL, NaOH, indikator PP, dan aquades.

Penelitian ini menggunakan 24 sampel. 12 sampel pertama untuk di uji regresi dan korelasi dengan model Klorofil Lab – Klorofil SPAD, Klorofil Lab – Klorofil NDVI, Nitrogen Lab – Nitrogen SPAD, dan Nitrogen Lab – Nitrogen NDVI. Setelah dilakukan korelasi untuk mengetahui hubungan nilai variabel searah atau tidak searah pada setiap model, dilanjutkan dengan uji regresi pada setiap

model parameter menggunakan rumus hasil regresi untuk mencari nilai estimasi pendugaan Klorofil SPAD, Klorofil NDVI, Nitrogen SPAD, dan Nitrogen NDVI dengan menggunakan *software* ArcGIS. 12 sampel kedua digunakan untuk validasi uji T berpasangan dengan model Klorofil Lab – Estimasi Klorofil SPAD, Klorofil Lab – Estimasi Klorofil NDVI, Nitrogen Lab – Estimasi Nitrogen SPAD, Nitrogen Lab – Estimasi Nitrogen NDVI, Klorofil SPAD – Klorofil NDVI, dan Nitrogen SPAD – Nitrogen NDVI.

Analisis data menggunakan regresi dan korelasi untuk mengetahui keakuratan hasil pengolahan data antara NDVI dan SPAD dengan sampel data lapangan. Proses ini melakukan korelasi antara hasil pengolahan data antara NDVI dan SPAD dengan hasil olahan data lapangan. Hasil korelasi  $R \geq 0,60$  maka korelasi kuat dan dapat dikatakan kedua data yang digunakan mempunyai hubungan yang baik. Setelah diperoleh nilai korelasi, maka dilakukan uji signifikansi data atau uji T dengan menggunakan tingkat kepercayaan 95%.

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Pengujian Software

Setelah dilakukan pengambilan gambar dengan menggunakan *drone*. Tahapan selanjutnya yaitu melakukan pengujian untuk mengetahui nilai indeks NDVI. Pengujian *software* ArcGIS bertujuan untuk melihat hasil dan perhitungan deteksi klorofil, dan nitrogen pada daun jagung yang sesuai dengan hasil uji laboratorium dan SPAD. *Software* ini mencakup sistem informasi berbasis Geographical Information System (GIS) yang mampu mengumpulkan, menyimpan, dan menganalisis informasi-informasi yang erat kaitannya dengan informasi potensi dibidang pertanian sehingga memberi kemudahan dalam pengambilan keputusan berdasarkan informasi-informasi yang ditampilkan oleh peta-peta perkebunan [20].

### 4.2 Analisis Data Citra

Analisis statistik yang digunakan untuk mengetahui hubungan antara nilai SPAD, dan nilai NDVI dengan nilai klorofil lab, dan nitrogen lab adalah regresi dan korelasi. Koefisien korelasi menunjukkan derajat kekuatan hubungan antara nilai SPAD, dan nilai NDVI dengan nilai klorofil lab, dan nitrogen lab hasil pengukuran sampel daun tanaman di lapangan. Analisis regresi bertujuan untuk membuat suatu persamaan yang mendekati sebaran data pendugaan

yang dikembangkan dan dibangun melalui analisis regresi antara hasil perhitungan nilai SPAD dan nilai NDVI dengan nilai klorofil lab, dan nitrogen lab. Kekuatan analisis regresi dapat ditunjukkan dengan koefisien determinasi dari persamaan yang didapatkan antara nilai SPAD dan nilai NDVI dengan nilai klorofil lab, dan nitrogen lab.

Nilai indeks SPAD dan nilai indeks NDVI sebagai variabel bebas ( $x$ ), dan nilai indeks vegetasi klorofil, dan kadar nitrogen sebagai respon hasil ( $y$ ). hasil korelasi dan regresi antara nilai indeks SPAD dan nilai indeks NDVI dengan nilai indeks vegetasi klorofil, dan kadar nitrogen menghasilkan nilai  $r$  dan  $R^2$ .

Tabel 1. Korelasi hubungan antara SPAD dan NDVI dengan Klorofil Lab dan Nitrogen Lab

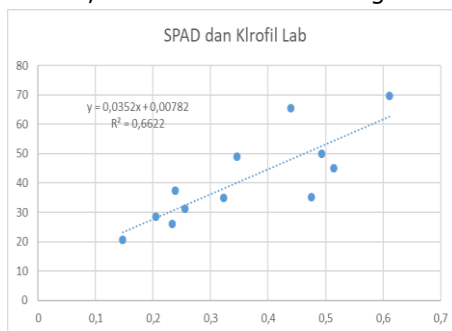
	SPAD	Klorofil Lab	Nitrogen Lab	NDVI
SPAD	1	<b>0,8135</b>	<b>0,8724</b>	0,9292
Klorofil Lab		1	0,9066	<b>0,8881</b>
Nitrogen Lab			1	<b>0,9028</b>
NDVI				1

Pedoman Derjat Hubungan:

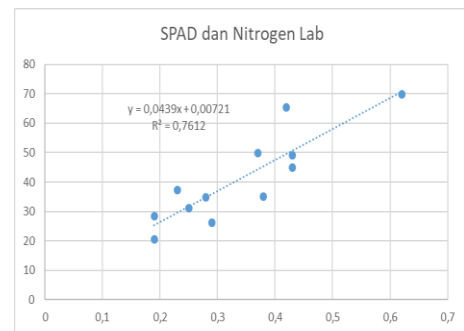
Nilai pearson correlation 0,00s/d 0,19 = tidak ada korelasi (ns). Nilai pearson correlation 0,20 s/d 0,39 = korelasi lemah (ns). Nilai pearson correlation 0,40 s/d 0,59 = korelasi sedang (\*). Nilai pearson correlation 0,60 s/d 0,79 = korelasi kuat (\*\*). Nilai pearson correlation 0,80 s/d 1,00 = korelasi sempurna (\*\*\*)

Hasil penelitian pada tabel 1 menunjukkan terdapat hubungan korelasi ( $r$ ) yang sempurna atau sangat kuat. Hal ini ditunjukkan dengan nilai korelasi ( $r$ ) SPAD dan Klorofil Lab 0,8135. SPAD dan Nitrogen Lab

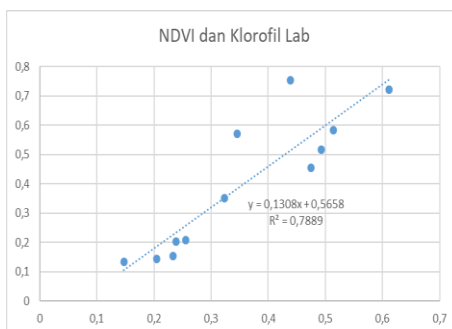
0,8724. NDVI dan Klorofil Lab 0,8881, dan NDVI dan Nitrogen Lab 0,9028. Artinya pada nilai korelasi menunjukkan hubungan yang searah antar variabel.



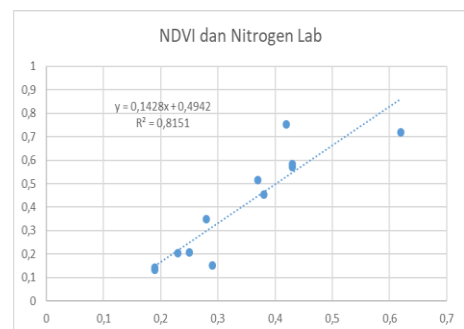
Gambar 1. SPAD dan Klorofil Lab



Gambar 2. SPAD dan Nitrogen Lab



Gambar 3. NDVI dan Klorofil Lab



Gambar 4. NDVI dan Nitrogen Lab

Berdasarkan hasil pada grafik gambar (1, 2, 3, dan 4) menunjukkan nilai  $R^2$  atau koefisien determinasi yang diperoleh cukup besar. Model regresi SPAD dan Klorofil Lab dengan nilai sebesar 0,6622. Model regresi SPAD dan Nitrogen dengan nilai sebesar 0,7612 Model regresi NDVI dan Klorofil Lab dengan nilai sebesar 0,7889. Model regresi NDVI dan Nitrogen Lab dengan nilai sebesar

0,8151. Titik pengamatan 12 sampel berada tidak jauh disekitar garis regresi. Dengan demikian persamaan regresi pada hasil penelitian mempunyai nilai yang baik. Hasil regresi di atas artinya variabel (y) nilai indeks vegetasi Nitrogen Lab dan Klorofil Lab sebagai respon hasil dapat diterangkan dengan nilai indeks NDVI dan SPAD sebagai variabel bebas (x).

Tabel 2. Hasil Regresi Data Penelitian

Parameter	Hasil Regresi	Koefisien Determinasi ( $R^2$ )	Koefisien Korelasi (r)
SPAD - Klorofil Lab	$Y = 0,0352x + 0,00782$	0,6622	0,8135
SPAD - Nitrogen Lab	$Y = 0,0439x + 0,00721$	0,7612	0,8724
NDVI - Klorofil Lab	$Y = 0,1308x + 0,5658$	0,7889	0,8881
NDVI - Nitrogen Lab	$Y = 0,1428x + 0,4942$	0,8151	0,9028

Berdasarkan hasil dari ke 4 gambar pada grafik di atas menunjukkan masing-masing  $R^2$  atau koefisien determinasi yang diperoleh dari ke empat indeks vegetasi yang digunakan, terdapat 12 sampel yang digunakan untuk dilihat seberapa besar tingkat kehijauan yang diperoleh dari setiap petak lahan tersebut. Hasil dari uji regresi untuk empat indeks antara indeks SPAD dan NDVI dengan indeks vegetasi klorofil, dan kadar nitrogen memiliki nilai koefisien korelasi (r) dan koefisien determinasi ( $R^2$ ) antara kuat hingga sangat kuat. Pengaruh variabel diukur dengan nilai koefisien korelasi yang nilainya berkisar antara 0 sampai 1 dan 0 sampai -1. Semakin mendekati 0 semakin kecil pengaruh variabelnya. Nilai koefisien korelasi (+) menunjukkan hubungan antar variabel searah, kenaikan nilai variabel pengaruh diikuti dengan kenaikan pada nilai variabel yang dipengaruhi. Sedangkan nilai (-) menunjukkan hubungan berkebalikan, yaitu setiap kenaikan nilai variabel pengaruh akan diikuti penurunan nilai variabel terpengaruh [21].

Pada lahan jagung penelitian umur vegetasi tergolong menengah, kerapatan tegakan tanaman, dan kerapatan kanopi tanaman secara umum memberikan nilai rasio yang tinggi pada nilai indeks vegetasi. Dalam penelitian ini dianalogikan bahwa kerapatan tegakan berpengaruh pula terhadap kerapatan kanopinya sehingga hasil analisis menunjukkan hubungan yang sangat kuat. Semakin rapat tegakan vegetasinya maka semakin besar pula

kerapatan kanopinya dan akan berpengaruh terhadap nilai indek vegetasi. Kenaikan kerapatan kanopi akan diikuti dengan kenaikan nilai indeks vegetasinya [21]. Bertambahnya daun-daun jagung berpengaruh pada vegetasi tanaman jagung tersebut. Semakin tinggi tanaman jagung dan seiring bertambahnya umur tanaman kanopi daun akan semakin rapat. Pertumbuhan dan perubahan dari tutupan kanopi vegetasi yang relatif lebih tebal dan rapat pertanaman ini berpengaruh besar pada nilai piksel citra foto udara sehingga nilai indeks vegetasi klorofil dan nitrogen semakin tinggi [22].

Penginderaan jauh *hyperspectral* mempunyai pita panjang gelombang (*wavelength*) nanometer (nm) yang berdekatan dalam jumlah besar, yang dapat digunakan untuk mengetahui berbagai informasi klorofil (biofisik), dan nitrogen (biokimia) pada tanaman. Posisi kanal *red-edge* adalah hal yang fundamental dalam membangun prediksi yang cepat dan akurat terhadap parameter biokimia dan biofisik tanaman [23]. Kemampuan sistem prediksi yang terbangun sangat efektif sangat mendukung manajemen pertanian. Jika, dibandingkan dengan pengukuran manual melalui sampling dan pengukuran di lapangan yang membutuhkan banyak waktu dan biaya. Sistem Informasi Geografis (SIG) merupakan langkah yang tepat untuk pemetaan luas lahan pertanian. Dengan adanya sistem informasi geografi berbasis web dapat memberikan informasi pemetaan

terkait luas lahan dan potensi tanaman jagung [24].

Penginderaan jarak jauh dapat mengatasi masalah waktu dan biaya dalam memprediksi klorofil dan kandungan nitrogen. Penggunaan data penginderaan jauh multisensor (Hiperspektral dan multispektral) dapat digunakan untuk mengetahui kandungan biofisik (klorofil), dan biokimia (nitrogen) [25]. Penelitian terbaru data pengindera jarak jauh dan

sistem informasi geografis (GIS) dilaporkan memiliki potensi besar dalam dalam memprediksi kandungan klorofil dan kadar nitrogen. Hal ini menunjukkan bahwa data yang diperoleh dari NDVI hasil pengindera jauh merupakan variabel potensial untuk meningkatkan prediksi klorofil dan nitrogen suatu tanaman yang sulit diukur dan memakan waktu lama serta biaya yang banyak [26].

Tabel 3. Hasil estimasi pendugaan nilai klorofil NDVI, klorofil SPAD, nitrogen NDVI, dan nitrogen SPAD

Sampel	Estimasi Klorofil NDVI	Estimasi Klorofil SPAD	Estimasi Nitrogen NDVI	Estimasi Nitrogen SPAD
1	0,106	0,245	1,02	1,02
2	0,285	0,361	1,09	1,07
3	0,592	0,374	0,82	0,45
4	0,124	0,151	1,36	1,43
5	0,239	0,266	0,24	0,45
6	0,409	0,345	0,11	0,43
7	0,419	0,339	0,65	0,42
8	0,483	0,400	0,45	0,48
9	0,514	0,491	0,40	0,47
10	0,543	0,409	0,50	0,49
11	0,427	0,351	0,14	0,43
12	0,146	0,340	0,68	0,42

Tabel 4. Hasil uji T dua sampel berpasangan (*Paired-Sampel T test*)

Model	t-hitung	t-tabel
Klorofil lab – Klorofil NDVI	1,82	2,20099
Klorofil lab – Klorofil SPAD	1,70	2,20099
Nitrogen lab – Nitrogen NDVI	1,22	2,20099
Nitrogen lab – Nitrogen SPAD	1,48	2,20099
Klorofil SPAD – Klorofil NDVI	0,53	2,20099
Nitrogen SPAD – Nitrogen NDVI	-0,14	2,20099

Berdasarkan uji T dua sampel berpasangan didapatkan bahwa model persamaan Klorofil Lab dan Klorofil NDVI memiliki nilai t hitung sebesar 1,82. Model Klorofil Lab dan Klorofil SPAD memiliki nilai t hitung sebesar 1,70. Model Nitrogen Lab dan Nitrogen NDVI memiliki nilai t hitung sebesar

1,22. Model Nitrogen Lab dan Nitrogen SPAD memiliki nilai t hitung sebesar 1,48. Klorofil SPAD dan Klorofil NDVI memiliki nilai t hitung sebesar 0,53. Nitrogen SPAD dan Nitrogen NDVI memiliki nilai t hitung sebesar -0,14. Dengan hasil persamaan model yang di uji T dua sampel berpasangan (*Paired-*

*Sampel T test*) dapat dikatakan bahwa model tersebut masih dapat diterima dimana memiliki nilai T hitung lebih kecil dibanding dengan T tabel, maka di ambil kesimpulan untuk menerima permodelan. Jadi tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil Klorofil Lab dan Nitrogen Lab dengan model estimasi Klorofil SPAD, Klorofil NDVI, Nitrogen SPAD, Nitrogen NDVI. Pada hasil uji T antar Estimasi Klorofil SPAD – Estimasi Klorofil NDVI dan Estimasi Nitrogen SPAD - Estimasi Nitrogen NDVI menunjukkan tidak terdapat perbedaan yang signifikan dari kedua data permodelan sehingga diambil kesimpulan untuk menerima permodelan.

Hasil uji validasi menunjukkan potensi citra dengan model ini untuk mengestimasi tingkat kehijauan vegetasi, khususnya dengan menggunakan nilai dari indeks vegetasi yang memiliki hubungan yang kuat dengan pengukuran lapangan. Hal ini membuktikan bahwa penggunaan *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) dengan *software* ArcGIS memberikan informasi data yang lengkap dan akurat untuk mengetahui kandungan klorofil dan kandungan nitrogen tanaman jagung. Data citra digital dari kisaran cahaya yang diperoleh dari pesawat tanpa awak dapat digunakan untuk menilai dan mencatat dengan cepat kandungan klorofil daun dan kandungan N pada daun tanaman jagung [27].

Penggunaan *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) dengan *software* ArcGIS memberikan informasi data yang lengkap dan akurat serta memberikan keringanan pada penghematan waktu dan biaya. Hasil penelitian ini menunjukkan kemampuan pengolahan citra foto udara di lahan pertanian dalam mengukur klorofil, dan kadar nitrogen dengan hasil perbandingan antara SPAD dan NDVI. Penerapan GIS memudahkan pengolahan data maupun analisis data terkait karakteristik lahan, demografi, tata guna lahan berbasis QGIS menggunakan bantuan citra satelit dengan metode NDVI (Normalized Difference Vegetation Index). NDVI digunakan untuk membandingkan tingkat kehijauan vegetasi pada data citra satelit, seperti menentukan status kerapatan populasi, kesuburan lahan, kandungan klorofil pada daun dan lain-lain [28].

Pemantauan klorofil dan kadar nitrogen berbasis penginderaan jarak jauh telah terbukti mampu dalam mendeteksi klorofil dan kadar nitrogen pada tanaman dengan resolusi spasial dan temporal yang tinggi. Indeks kehijauan dapat dihitung dari gambar kamera digital menggunakan piksel komposit Red, Green, dan Blue (RGB)

pada kamera penginderaan jauh diterapkan untuk melacak perubahan warna daun maupun kanopi secara akurat dan mencerminkan karakteristik fisiologis tanaman [29].

Berdasarkan hasil penelitian pada tabel di atas dapat dilihat bahwa Klorofil lab – Klorofil NDVI, Klorofil lab – Klorofil SPAD, Nitrogen lab – Nitrogen NDVI, Nitrogen lab – Nitrogen SPAD, Estimasi Klorofil SPAD – Estimasi Klorofil NDVI, dan Estimasi Nitrogen SPAD – Estimasi Nitrogen NDVI tidak ada perbedaan yang terlalu signifikan. Penggunaan UAV sangat disarankan bagi tujuan pertanian. UAV yang dilengkapi dengan teknologi kamera penginderaan jarak jauh mampu memberi gambaran plot tanaman secara menyeluruh. Pengambilan data menggunakan UAV dan kamera multispektral mampu menghasilkan bacaan Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) yang beresolusi tinggi [15]. Kesalahan yang dihasilkan terkait dengan NDVI hasil penggunaan UAV dalam mengumpulkan data dalam penelitian memantau kandungan klorofil dan kadar nitrogen daun sangat kecil. Penginderaan jarak jauh dalam memperkirakan konsentrasi klorofil daun dan memantau nitrogen daun melalui indeks vegetasi NDVI sangat diutamakan karena penyerapan dan pemantulan cahaya pada daun telah di ukur dengan pendekatan teknologi dari satelit. Data NDVI menghasilkan perkiraan yang kuat dalam mengukur konsentrasi klorofil dan nitrogen daun pada saat musim tanam [29].

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

1. Hasil uji T dua sampel berpasangan menunjukkan tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil Klorofil Lab dan Nitrogen Lab dengan model estimasi Klorofil SPAD, Klorofil NDVI, Nitrogen SPAD, Nitrogen NDVI, Estimasi Klorofil SPAD – Estimasi Klorofil NDVI dan Estimasi Nitrogen SPAD - Estimasi Nitrogen NDVI dengan hasil persamaan model dimana memiliki nilai t hitung lebih kecil dibandingkan dengan t tabel sehingga diambil kesimpulan untuk menerima permodelan.
2. Penggunaan *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) dengan *software* ArcGIS memberikan informasi data yang lengkap, akurat serta memberikan



keringanan pada penghemat waktu dan biaya. Hasil penelitian bahwa estimasi pendugaan akurasi pengukuran Klorofil SPAD, Klorofil NDVI, dan Nitrogen SPAD, Nitrogen NDVI dengan klorofil, dan kadar nitrogen hasil uji laboratorium tidak ada nilai perbedaan yang terlalu jauh.

## 5.2 Saran

1. Penentuan sampel daun dalam penelitian sebaiknya lebih diperbanyak serta sampel daun yang akan diujikan di laboratorium sebaiknya dilakukan sebanyak dua kali agar hasil uji ketelitian bisa mendapatkan nilai yang tinggi.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. M. Rahmah, F. Rizal, and A. Bunyamin, "Model Dinamis Produksi Jagung di Indonesia," *J. Teknotan*, vol. 11, no. 1, pp. 30–40, 2017, doi: 10.24198/jt.vol11n1.4.
- [2] I. Saputra, D. A. H. Lestari, and A. Nugraha, "Analisis Efisiensi Produksi Dan Perilaku Petani Dalam Menghadapi Risiko Pada Usahatani Jagung Di Kecamatan Natar Kabupaten Lampung Selatan," *J. Ilmu-ilmu Agrinismis*, vol. 6, no. 2, pp. 117–124, 2018.
- [3] N. Ikhwana and D. R. Hapsari, "Aplikasi Drone Wawasan Tani untuk Pertanian di Simpang Lima , Sungai Besar , Selangor," *J. Pus. Inov. Masy.*, vol. 1, no. 1, pp. 99–104, 2019.
- [4] R. E. Putri, A. Yahya, N. M. Adam, and S. Abd Aziz, "Rice yield prediction model with respect to crop healthiness and soil fertility," *Food Res.*, vol. 3, no. 2, pp. 171–176, 2019, doi: 10.26656/fr.2017.3(2).117.
- [5] H. Khoirunisa and F. Kurniawati, "Penggunaan Drone dalam Mengaplikasikan Pestisida di Daerah Sungai Besar , Malaysia," *J. Pus. Inf. Masy.*, vol. 1, no. November, pp. 87–91, 2019.
- [6] Alfayanti, Yahumri, T. Hidayat, L. Harta, and D. Musaddad, "Keuntungan Dan Kelayakan Usahatani Jagung Hibrida Dengan Penerapan Rekomendasi Teknologi Sistem Informasi Kalender Tanam Terpadu," *AgriHumanis J. Agric. Hum. Resour. Dev. Stud.*, vol. 1, no. 2, pp. 107–116, 2020.
- [7] D. Agsari, M. Utomo, K. F. Hidayat, and A. Niswati, "Respon Serapan Hara Makro-Mikro dan Produksi Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) Terhadap Pemupukan Nitrogen dan Praktik Olah Tanah Jangka Panjang," *J. Trop. Upl. Resour. (J. Trop. Upl. Res.)*, vol. 2, no. 1, pp. 46–59, 2020, doi: 10.23960/jtur.vol2no1.2020.78.
- [8] Yolanda, M. Roviq, and S. M. Sitompul, "Respon Tanaman Bit Merah ( *Beta vulgaris* L .) Terhadap Pemberian Unsur Hara Nitrogen dan Pupuk Kandang Ayam di Dataran Rendah Response of Red Beet ( *Beta vulgaris* L .) to Nitrogen Nutrients and Chicken Manure Supply at Low Altitude," *J. Produksi Tanam.*, vol. 8, no. 7, pp. 705–714, 2020.
- [9] M. A. Pamungkas and Supijatno, "Pengaruh Pemupukan Nitrogen Terhadap Tinggi dan Percabangan Tanaman Teh (*Camelia Sinensis* (L.) O. Kuntze) untuk Pembentukan Bidang Petik," *Bul. Agron.*, no. 2, pp. 234–241, 2017.
- [10] M. Zakiyah, F. Manurung, and R. S. Wulandari, "Kandungan Klorofil Daun Pada Empat Jenis Pohon Di Arboretum Sylva Indonesia Pc. Universitas Tanjungpura (Leaf Chlorophyll Content In Four Tree Species at Arboretum Sylva Indonesia PC. Universitas Tanjungpura)," *J. Hutan Lestari*, vol. 6, no. 1, pp. 48–55, 2018.
- [11] A. D. J. S. Juanda, F. Roosmawati, and K. Haswen, "Analisa Jumlah Klorofil Daun Terhadap Produksi Kelapa Sawit ( *Elaeis guineensis* ) Pada Elevasi 300-600 MDPL di Kebun Pabatu," *Best J.*, vol. 3, no. 2, pp. 126–133, 2020.
- [12] G. Yuliantika, A. Suprayogi, and A. Sukmono, "Analisis Penggunaan Saluran Visibel Untuk Estimasi

- Kandungan Klorofil Daun Padi Dengan Citra HYMAP (Studi Kasus: Kabupaten Karawang, Jawa Barat)," *J. Geod. Undip*, vol. 5, no. 2, pp. 200–207, 2016.
- [13] F. Hidayah, S. Santosa, and R. E. Putri, "Model Prediksi Hasil Panen Berdasarkan Pengukuran Non-Destruktif Nilai Klorofil Tanaman Padi," *Agritech*, 39 (4), 289-297, vol. 39, no. 4, pp. 289–297, 2019, doi: DOI: <http://doi.org/10.22146/agritech.34893>.
- [14] M. F. Ghazali, Hesti, and I. G. B. Darmawan, "Pemanfaatan Drone Untuk Pemetaan Potensi Ekowisata Di Kecamatan Panca Jaya, Mesuji," vol. 4, no. 1, pp. 1–6, 2020.
- [15] N. N. Che'ya *et al.*, "Pemantauan Tanaman Padi Menggunakan Sistem Maklumat Geografi dan Imej Multispektral," *Adv. Agric. Food Res. J.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–18, 2020.
- [16] J. C. Kilmanun and D. W. Astuti, "Potensi dan kendala revolusi industri 4.0. di sektor pertanian 1," *Prosding Semin. Nas.*, pp. 35–40, 2020.
- [17] N. W. Novitasari, A. L. Nugraha, and A. Suprayogi, "Pemetaan Multi Hazards Berbasis Sistem Informasi Geografis Di Kabupaten Demak Jawa Tengah," *J. Geod. Undip J. Geod. Undip*, vol. 4, pp. 181–190, 2015.
- [18] A. AL-Taani, Y. Al-husban, and I. Farhan, "Land suitability evaluation for agricultural use using GIS and remote sensing techniques: The case study of Ma'an Governorate, Jordan," *Egypt. J. Remote Sens. Sp. Sci.*, vol. 24, no. 1, pp. 109–117, 2021, doi: 10.1016/j.ejrs.2020.01.001.
- [19] H. Akinci, A. Y. Özalp, and B. Turgut, "Agricultural Land Use Suitability Analysis Using GIS and AHP Technique," *Comput. Electron. Agric.*, vol. 97, pp. 71–82, 2018, doi: 10.1016/j.compag.2013.07.006.
- [20] A. ambarita, "Sistem Informasi Geografis Potensi Tanaman Pangan (Studi Kasus: Kabupaten Halmahera Barat Provinsi Maluku Utara)," *ijns.org Indones. J. Netw. Secur.*, vol. 6, no. 1, pp. 53–62, 2018, doi: 10.31219/osf.io/fv5r6.
- [21] A. Arnanto, "Pemanfaatan Transformasi Normalized Difference Vegetation Index(Ndvi) Citra Landsat Tm Untuk Zonasi Vegetasi Di Lereng Merapi Bagian Selatan," *Geomedia Maj. Ilm. dan Inf. Kegeografian*, vol. 11, no. 2, pp. 155–170, 2015, doi: 10.21831/gm.v11i2.3448.
- [22] W. Vitasari, D. Useng, and A. Munir, "Pendugaan Produksi Dan Indeks Vegetasi Tanaman Padi Menggunakan Data Citra Platform Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Dan Data Citra Satelit Landsat 8," *J. AgriTechnochno*, vol. 10, no. 2, pp. 203–216, 2017, doi: 10.20956/at.v10i2.72.
- [23] Nadirah, B. Muljosukojo, T. Hariyanto, M. Sadly, M. Evri, and S. Mulyono, "Prediksi Kandungan Nitrogen Daun Padi Dengan Analisis Pergeseran Tepi Kanal Merah (Red Edge Shift) Data Hiperspektral," *J. Sains dan Teknol. Indones.*, vol. 11, no. 3, pp. 162–168, 2013, doi: 10.29122/jsti.v11i3.838.
- [24] A. T. Soelistio, T. A. Wibowo, and A. G. Permana, "Aplikasi Sistem Informasi Geografis (SIG) Untuk Pengelolaan Padi Di Pulau Jawa Berbasis Web," *e-Proceeding Appl. Sci.*, vol. 1, no. 1, pp. 720–731, 2015.
- [25] D. S. Herdianta, "Perbandingan Model Estimasi Kandungan Nitrogen Padi Menggunakan Citra Hiperspektral dan Multispektral Sebagian Wilayah Kabupaten Sleman," pp. 1–10, 2015.
- [26] Y. Ostovari, A. Honarbakhsh, H. Sangoony, F. Zolfaghari, K. Maleki, and B. Ingram, "GIS and multi-criteria decision-making analysis assessment of land suitability for rapeseed farming in calcareous soils of semi-arid regions," *Ecol. Indic.*, vol. 103, no. March, pp. 479–487, 2019, doi: 10.1016/j.ecolind.2019.04.051.
- [27] Wahono, D. Indradewa, B. H. Sunarminto, E. Haryono, and D. Prajitno, "CIE L\*a\*b\* Color Space

- Based Vegetation Indices Derived from Unmanned Aerial Vehicle Captured Images for Chlorophyll and Nitrogen Content Estimation of Tea (*Camellia sinensis* L. Kuntze) Leaves," *Ilmu Pertan. (Agricultural Sci.*, vol. 4, no. 1, pp. 46-51, 2019, doi: 10.22146/ipas.40693.
- [28] L. N. Bella, "Perencanaan Tata Guna Lahan Menggunakan Citra Landsat 8 Berbasis QGIS Di Kabupaten Tuban," pp. 1-7, 2019, doi: 10.13140/RG.2.2.26926.05448.
- [29] H. Yang, X. Yang, M. Heskell, S. Sun, and J. Tang, "Seasonal variations of leaf and canopy properties tracked by ground-based NDVI imagery in a temperate forest," *Sci. Rep.*, vol. 7, no. 1, pp. 1-10, 2017, doi: 10.1038/s41598-017-01260-y.