

PENDUGAAN PRODUKTIVITAS PADI SAWAH BERDASARKAN REFLEKTANSI (INDEKS VEGETASI), WARNA DAN KERAPATAN TANAMA

*(Estimating of Rice Productivity Based on Reflectance (Vegetation Index), Color and
Density of Plants)*

Suhardi^{1*)}, Daniel Useng¹⁾, dan Nugrah Pratiwi Johan¹⁾

¹⁾Prodi Keteknikan Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin

^{*)}email Penulis Korespondensi: rafis_hardin@yahoo.com

ABSTRAK

Produksi padi sawah pada suatu tempat berbeda yang disebabkan oleh beberapa factor seperti jenis tanah, kandungan hara tanah, hama dan penyakit, perubahan iklim serta teknik budidaya. Karena perbedaan tersebut, untuk mengetahui produktivitas lahan pada luasan yang luas perlu suatu teknologi agar hasilnya lebih tepat. Untuk itu, penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk menduga produktivitas lahan menggunakan teknologi yang memanfaatkan reflektansi tanaman pada beberapa pola tanam. Pengukuran lapangan berupa pengukuran reflektansi menggunakan spektrometer, pengambilan potret kenampakan lahan dan pengukuran produktivitas gabah panen untuk digunakan sebagai data validasi. Data tersebut diolah dengan menghubungkan antara reflektansi (indeks vegetasi), warna, kerapatan tanaman dan produktivitas padi sawah pada suatu kawasan yang sama. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa terdapat hubungan antar kerapatan tanaman dengan produktivitas lahan sawah (ton/ha) dengan koefisien determinasi (R^2) yaitu 0,7. Tanaman padi pola tanam legowo 2-1 lebih memiliki pengaruh terhadap peningkatan indeks dibandingkan pola tanam tegel. Hubungan antara indeks vegetasi dengan produktivitas padi (ton/ha) lemah pada SR, NDVI, SAVI, MSAVI dan IPVI dan kuat pada RDVI.

Kata Kunci : Spektrometer, indeks vegetasi, pola tanam, produktivitas padi.

ABSTRAK

Production of paddy in a different place is caused by several factors such as soil type, soil nutrient content, pests and diseases, climate change and cultivation techniques. Because of these differences, to find out the productivity of land in a large area needs technology so that the results are more appropriate. For this reason, this study was conducted with the aim of estimating land productivity using technology that reflects plant reflectance in several cropping patterns. , taking a portrait of land appearance and measuring grain productivity to be used as validation data. The data is processed by linking reflectance (vegetation index), color, plant density and productivity of paddy rice in the same area. The results show that there is a relationship between plant density with the productivity of paddy fields (tons/ha) with a coefficient of determination (R^2) that is 0.7. Rice plants in Legowo 2-1 cropping pattern have more influence on the index increase compared to the Tegel planting pattern. The relationship between the vegetation index and rice productivity (tons/ha) is weak in SR, NDVI, SAVI, MSAVI, and IPVI and is strong in RDVI.

Keywords: Spectrometer, vegetation index, cropping pattern, rice

I. PENDAHULUAN

Ketahanan pangan suatu negara dapat diketahui berdasarkan jumlah produksi makanan pokok di negara tersebut per tahun. Di Indonesia, jumlah produksi padi merupakan indikator ketahanan pangan dimana beras menjadi makanan pokok mayoritas penduduk. Produksi padi pada tahun 2015 diperkirakan sebesar 75,55 juta ton gabah keringgiling (GKG) atau mengalami kenaikan 4,70 juta ton yakni 6,64 % dibandingkan produksi padi pada tahun 2014 (BPS, 2016).

Pendugaan jumlah produksi padi sangat penting untuk mengevaluasi kecukupan persediaan pangan. Data jumlah produksi yang dihasilkan kemudian dijadikan bahan pertimbangan dalam mengambil kebijakan terhadap tercukupinya kebutuhan pangan suatu negara atau wilayah.

Produksi padi sawah dari tahun ke tahun mengalami perubahan yang disebabkan oleh beberapa faktor seperti jenis tanah, jenis pupuk, hama dan penyakit tanaman serta perubahan iklim. Selain itu juga dipengaruhi oleh jenis varietas maupun pola tanam padi sawah tersebut. Dalam teknologi budidaya, kerapatan tanaman merupakan salah satu komponen dalam manipulasi tanaman untuk meningkatkan hasil. Pada umumnya, pada kondisi jarak tanam yang sempit tanaman padi akan mengalami penurunan kualitas pertumbuhan dibandingkan pada kondisi jarak tanam yang lebar (Abdulrachman, 2013).

Data produktivitas tanaman padi dapat diperoleh melalui pengukuran di lapangan dan penggunaan teknologi yang salah satunya yaitu dengan memanfaatkan reflektansi warna untuk memperkirakan jumlah produksi padi pada sawah yang memiliki ciri yang sejenis.

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah mengetahui hubungan antara reflektansi (indeks vegetasi), warna, kerapatan tanaman dan produktivitas padi sawah untuk menduga produksi pada suatu kawasan yang sama.

Manfaat penelitian ini adalah sebagai informasi dalam prediksi produksi padi sawah.

II. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah mistar, laptop, kamera (16 MP), *luxmeter*, spektrometer *StellarNet-GREEN-Wave*, *software SpectraWiz*, timbangan analitik (akurasi 0,1 g), dan *software ER Mapper*.

2.2 Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah alat tulis, rumpun padi pada setiap petakan, peta dasar lahan petakan sawah.

2.3 Prosedur Penelitian

2.3.1 Melakukan survei penentuan lokasi penelitian

2.3.2 Memberikan penanda pada petakan sawah sebagai sampel sebanyak 9 petakan masing-masing 200 cm x 200 cm

2.3.3 Pengambilan data

2.3.3.1. Tinggi Tanaman

Pengukuran tinggi tanaman padi yang malainya belum keluar dilakukan dari permukaan tanah sampai ujung daun tertinggi sedangkan tinggi tanaman padi yang malainya sudah keluar dilakukan dari permukaan tanah hingga ujung malai tertinggi. Pengambilan data dilakukan setiap 2 minggu.

2.3.3.2 Ground Cover

Pengambilan data dilakukan dengan memotret sampel petakan sawah dengan ketinggian alat 1 meter dari kanopi dengan sumbu kamera tegak lurus terhadap permukaan bumi. Pengambilan data dilakukan setiap dua minggu. Persentase Ground Cover (GC) sampel petakan sawah dihitung menggunakan persamaan:

$$GC = \frac{\text{(Area tertutup tanaman)}}{\text{(Area keseluruhan)}} \times 100\%$$

Dimana: GC = *Ground Cover (%)*.

2.3.3.3 Reflektansi tanaman

Sebelum pengambilan data dilakukan, terlebih dahulu diukur intensitas cahaya matahari menggunakan luxmeter. Pengambilan data reflektansi tanaman menggunakan alat spektrometer dengan ketinggian alat yaitu 1,5 meter dari kanopi dan sudut kemiringan 45° . Setiap pengambilan data dilakukan sebanyak minimal tiga kali pengulangan

2.3.3.3 Pengambilan data produktivitas padi dan pengukuran biomassa

Pengambilan data produktivitas padi dilakukan pada saat panen berlangsung. Selain itu, juga dilakukan pengukuran biomassa tanaman.

2.3.4 Analisis

2.3.4.1 Analisis *Ground Cover* (GC)

Ground Cover menunjukkan perbandingan area tertutup tanaman padi dengan area keseluruhan penanaman. Kenampakan *Ground Cover* dinyatakan dalam persen.

2.3.4.2 Analisis reflektansi warna

Analisis reflektansi warna meliputi perubahan-perubahan nilai L^*a^*b .

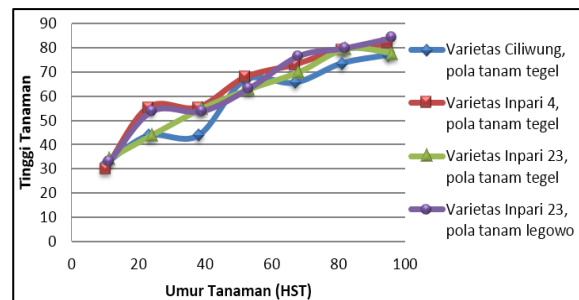
2.3.4.3 Analisis data dengan indeks vegetasi.

Simpel Ratio (SR), Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), Soil Adjusted Vegetation Index (SAVI), Modified Soil Adjusted Vegetation Index (MSAVI), Infrared Percentage Vegetation Index (IPVI), Renormalized Difference Vegetation Index (RDVI).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Tinggi Tanaman

Pertumbuhan tanaman dapat diketahui berdasarkan perubahan tinggi tanaman terhadap umur tanaman seperti pada gambar berikut.

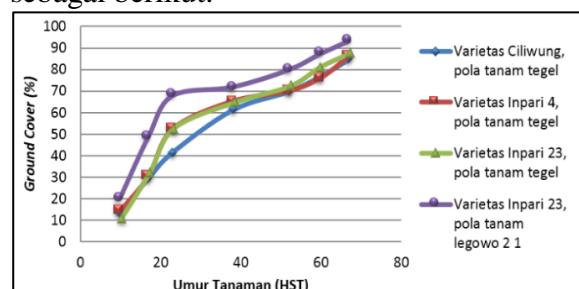


Gambar 01. Tinggi tanaman padi

Pertambahan tinggi tanaman akan meningkat sesuai dengan umur tanaman terutama pada 10 hingga 53 HST yang merupakan masa vegetatif tanaman padi. Akan tetapi tinggi tanaman padi varietas Ciliwung pola tanam tegel (dapat dilihat pada Gambar 1), mengalami penurunan pada umur 68 HST (fase berbunga). Hal ini disebabkan pada umur tersebut daun tanaman padi yang lebih panjang akan mudah terkulai sehingga pengukuran tinggi tanaman dilakukan dari permukaan tanah hingga ujung malai tertinggi. Pada umur 96 HST pertambahan tinggi tanaman padi menjadi lambat. Hal ini disebabkan karena tanaman padi memasuki fase reproduktif hingga pematangan yaitu pertumbuhan jumlah anakan dan daun telah mencapai maksimal.

3.2 *Ground Cover*

Ground Cover menunjukkan persentase area yang tertutup tanaman terhadap keseluruhan area tempat penanaman. Persentase *Ground Cover* yang diperoleh sebagai berikut.



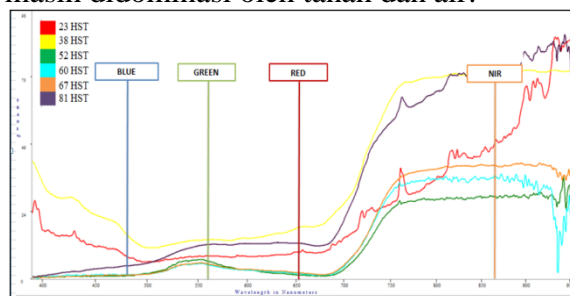
Gambar 02. Persentase *Ground Cover*

Berdasarkan Gambar 2 menunjukkan peningkatan persentase *Ground Cover* sesuai dengan umur tanaman. Persentase *Ground Cover* terus meningkat terutama ketika tanaman padi memasuki

fase vegetatif yang ditandai dengan pertumbuhan batang, daun dan peningkatan jumlah anakan. Tanaman padi varietas berbeda yakni Ciliwung, Inpari 4 dan Inpari 23 yang ditanam dengan pola tanam tegel memiliki persentase *Ground Cover* masing-masing 85%, 86% dan 87% pada umur 67 HST. Tanaman padi varietas Inpari 23 dengan pola tanam berbeda yakni legowo 2-1 dan tegel, diperoleh persentase *Ground Cover* pola tanam legowo 2-1 lebih tinggi yaitu 93% dibandingkan pola tanam tegel.

3.3 Reflektansi Tanaman

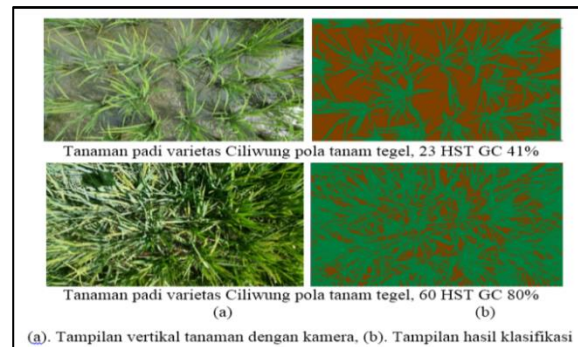
Pada awal pertumbuhan tanaman padi, nilai reflektansi cenderung tinggi pada cahaya tampak kanal blue 455-492 nm) dan red (622-780 nm) (dapat dilihat pada Gambar 3). Hal ini disebabkan karena pada fase tersebut tanaman masih muda dan kecil sehingga penyerapan pada kanal blue dan red untuk proses fotosintesis masih rendah. Selain itu, lahan tempat tumbuh tanaman masih didominasi oleh tanah dan air.



Gambar 03. Reflektansi tanaman padi

Nilai reflektansi tanaman padi pada kanal green dan NIR cenderung tinggi pada umur 52, 60 dan 67 HST yang menunjukkan dominasi tanaman pada lahan tempat penanaman (dapat dilihat pada Gambar 4). Hal tersebut diketahui berdasarkan pemantulan cahaya pada kanal green dan NIR serta penyerapan cahaya pada kanal red dan blue oleh klorofil.

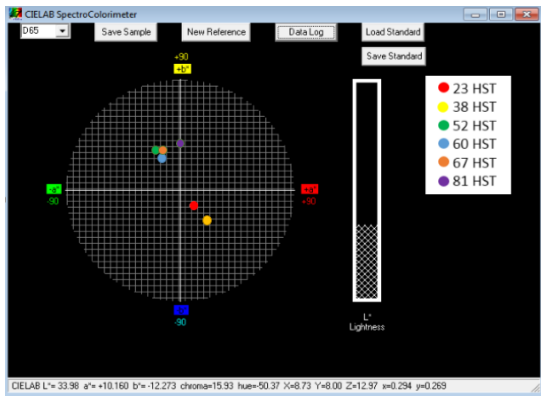
Pada umur 82 HST, nilai reflektansi meningkat pada kanal *red* (622-780 nm) yakni pada fase reproduktif tanaman terutama pembungaan dan fase pematangan hingga masa panen.



Gambar 04. Kenampakan tanaman padi pada 23 dan 60 HST.

Perubahan warna tanaman terjadi pada awal pertumbuhan hingga memasuki masa panen. Nilai L menunjukkan terang gelap daun tanaman padi berdasarkan HST tanaman. Nilai L yang diperoleh yaitu tinggi pada awal pertumbuhan dan mengalami penurunan kecerahan warna pada 52 hingga 67 HST. Hal ini disebabkan karena tanaman berwarna hijau gelap dengan vegetasi yang padat. Akan tetapi, pada umur 81 HST nilai kecerahan tanaman yang diperoleh meningkat dibandingkan nilai L sebelumnya. Hal ini disebabkan warna tanaman padi mulai menguning.

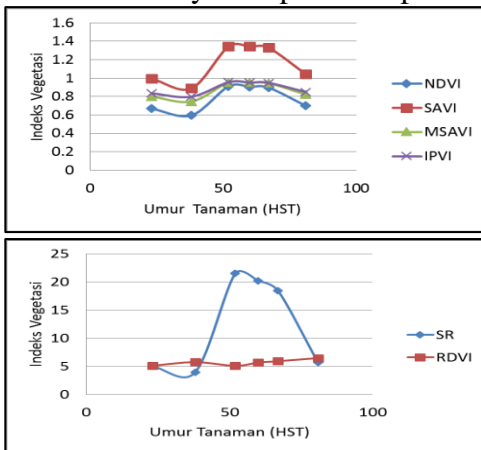
Pada awal pertumbuhan hingga umur 38 HST, reflektansi warna tanaman padi berada pada kuadran IV yaitu antara merah dan biru (*magenta*). Warna tersebut merupakan perpaduan antara a^* positif dengan b^* negatif. Hal ini disebabkan karena daun tanaman padi masih muda dan kecil sehingga warna kenampakan lahan penanaman masih mendominasi. Kemudian reflektansi warna tanaman akan berubah pada puncak pertumbuhan hingga memasuki masa panen menuju kuadran II yaitu antara hijau dan kuning. Tanaman padi memiliki warna diantara nilai a^* negatif dan b^* positif (dapat dilihat pada Gambar 5).



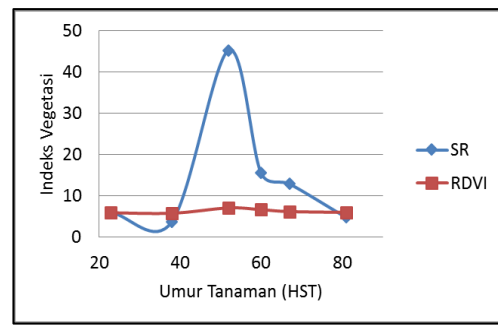
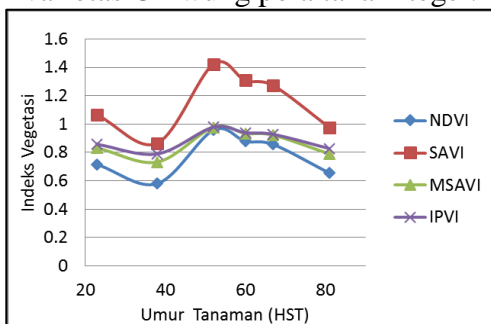
Gambar 05. Perubahan nilai $L^*a^*b^*$ tanaman padi.

3.4 Indeks Vegetasi

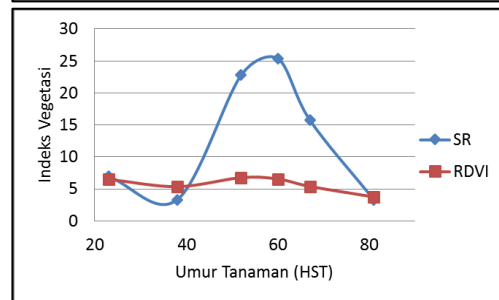
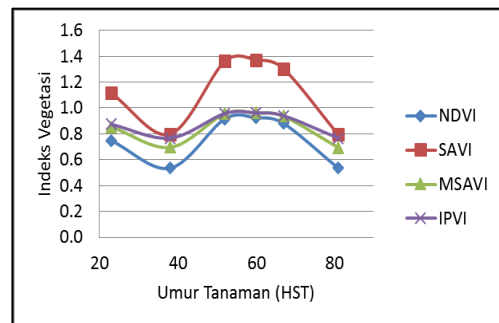
Pada awal penanaman hingga tanaman padi berusia 4 minggu setelah tanam (MST), sawah masih didominasi oleh kenampakan air dan tanah sehingga diperoleh nilai indeks vegetasi yang rendah. Seiring dengan pertumbuhan tanaman, nilai indeks vegetasi yang diperoleh akan semakin tinggi disebabkan tingginya kandungan klorofil tanaman serta mencapai puncaknya pada masa fase awal generatif. Nilai indeks vegetasi akan menurun pada fase pengisian bulir dan seterusnya sampai masa panen.



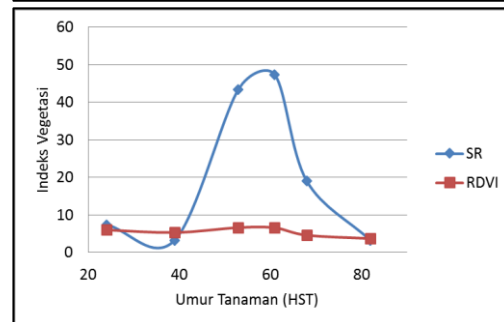
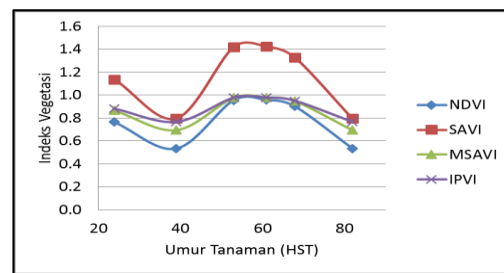
Gambar 06. Indeks vegetasi tanaman padi varietas Ciliwung pola tanam tegel.



Gambar 07. Indeks vegetasi tanaman padi varietas Inpari 4 pola tanam tegel.



Gambar 08. Indeks vegetasi tanaman padi varietas Inpari 23 pola tanam tegel

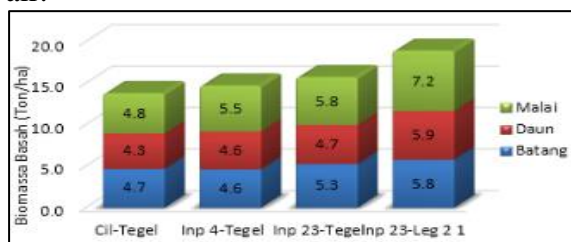


Gambar 09. Indeks vegetasi tanaman padi varietas Inpari 23 pola tanam legowo 2-1

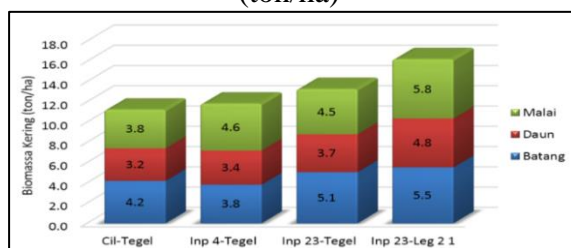
Pada umur 23 HST diperoleh nilai indeks vegetasi dimana lahan penanaman masih didominasi oleh air dan tanah menyebabkan nilai reflektansi yang tinggi pada kanal *blue*, *red*, *green* dan NIR sehingga nilai indeks vegetasi akantinggi. Pada umur 38 HST terjadi penyerapan pada kanal *blue*, *red* dan NIR menyebabkan penurunan nilai indeks vegetasi dimana tanaman padi mulai mendominasi lahan penanaman dengan kenampakan tanah. Nilai indeks vegetasi akan meningkat terutama fase vegetatif tanaman hingga pada fase awal generatif dimana tanaman aktif melakukan fotosintesis. Berkurangnya kandungan klorofil tanaman yang terjadi terutama pada fase pematangan hingga masa panen menyebabkan penurunan nilai indeks vegetasi pada HST tersebut. Hal ini sesuai dengan Suidiana (2008) bahwa tingkat kesuburan tanaman dipengaruhi oleh kandungan klorofil

3.5 Biomassa

Biomassa merupakan integrasi antara dan hampir semua peristiwa yang dialami tanaman. Biomassa berikut merupakan biomassa basah yang mana masih pada setiap bagian tanaman memiliki kandungan air.



Gambar 10. Biomassa basah tanaman padi (ton/ha)



Gambar 11. Biomassa kering tanaman padi (ton/ha).

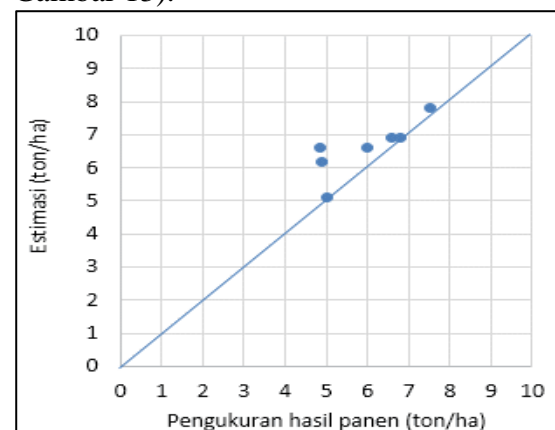
Berdasarkan Gambar 11 dan 12, biomassa yang dihasilkan tanaman padi

varietas Inpari 23 lebih tinggi dibandingkan varietas Inpari 4 dan Ciliwung. Hal ini sesuai dengan BPPP (2016) bahwa dari ketiga varietas tersebut tanaman padi Inpari 23 memiliki rata-rata hasil yang paling tinggi yaitu 6,9 ton/ha GKG dengan potensi hasil sebesar 9,2 ton/ha.

Tanaman padi inpari 23 yang ditanam dengan pola tanam legowo 2-1 lebih tinggi biomasnya dibandingkan dengan pola tanam tegel. Hal ini sesuai dengan Abdurachman (2013), bahwa tanaman dengan sistem tanam legowo dapat meningkatkan produktivitas tanaman padi dibandingkan dengan sistem tanam tegel.

3.6 Hubungan Estimasi Produktivitas Padi dengan Pengukuran Gabah Hasil Panen

Produktivitas padi berdasarkan estimasi dan pengukuran gabah hasil panen memiliki hubungan cukup kuat. Hal ini diketahui berdasarkan titik-titik yang menggambarkan hubungan tersebut mendekati garis linear. Namun, terdapat dua data yang overestimated yaitu memiliki biomassa malai yang tinggi tetapi memiliki hasil panen yang rendah (dapat dilihat pada Gambar 13).



Gambar 12. Hubungan antara estimasi produktivitas padi dengan pengukuran gabah hasil panen.

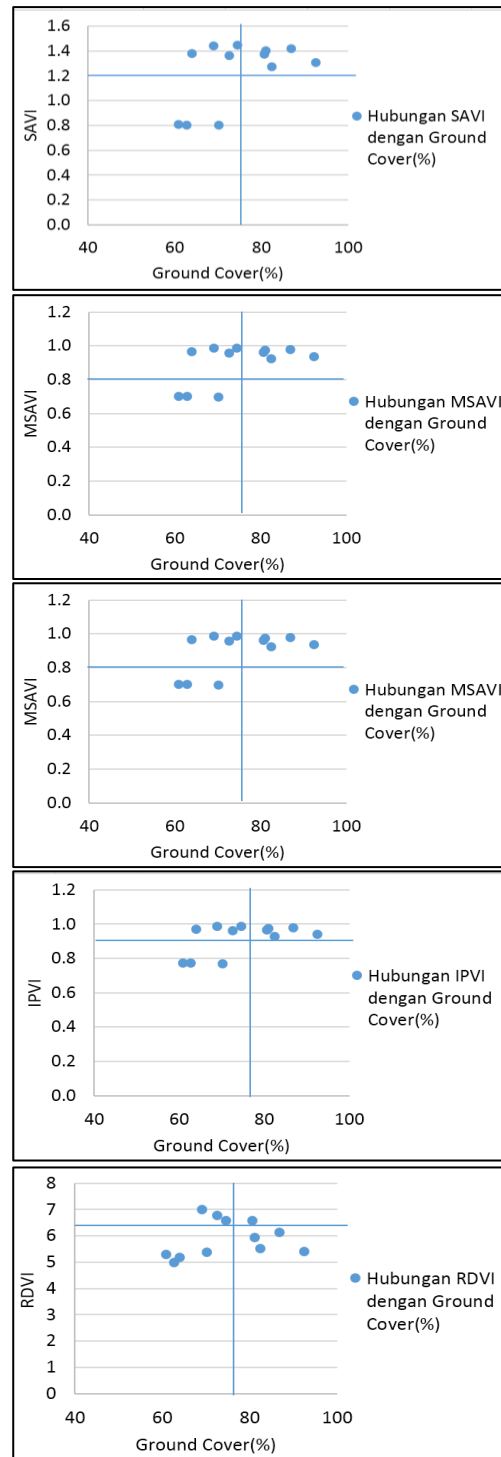
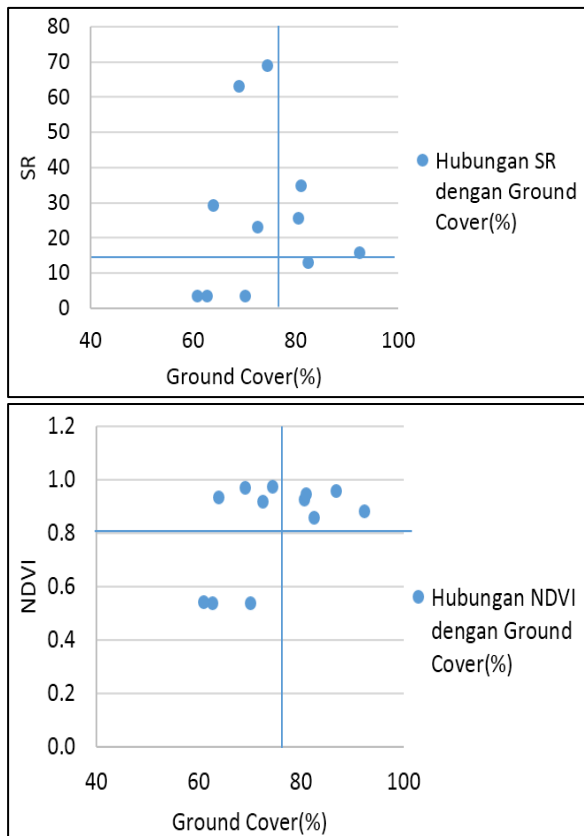
Fase reproduktif tanaman terutama pengisian bulir padi memiliki hubungan dengan tingginya hasil panen dimana ketersediaan cahaya matahari turut berpengaruh. Hal ini sesuai dengan Useng

(2014) bahwa salah satu kondisi yang menyebabkan tanaman padi yang memiliki biomassa yang tinggi namun hasil panennya rendah yaitu tanaman tidak menerima cahaya matahari yang cukup selama masa fase reproduktif, meskipun memiliki nilai NDVI yang tinggi.

3.7 Hubungan *Ground Cover* dengan Indeks Vegetasi

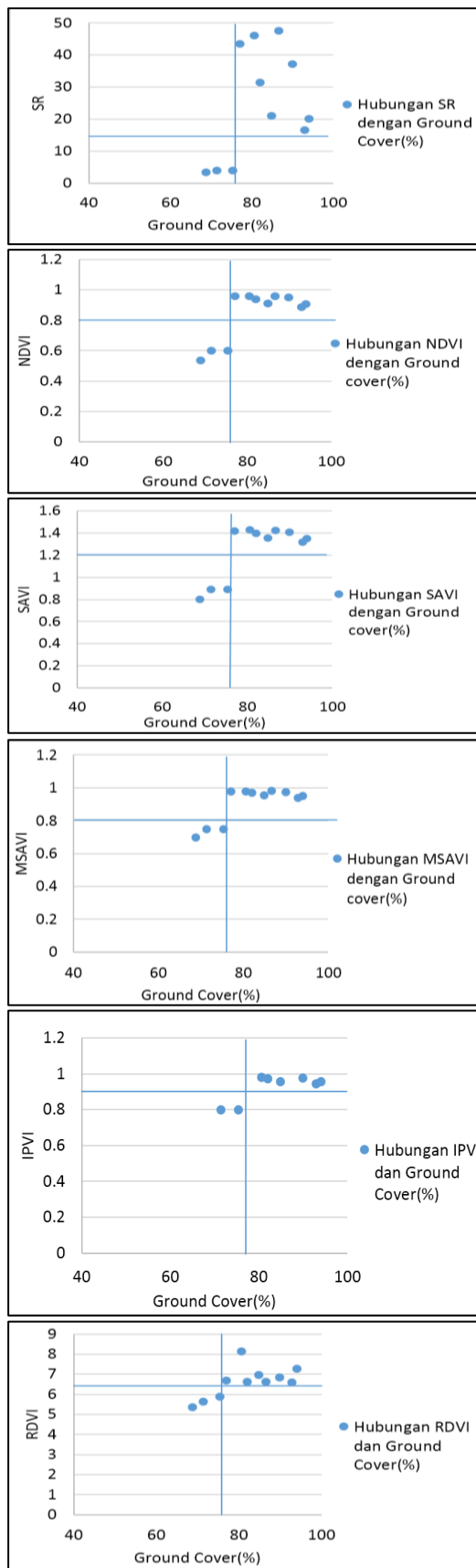
Persentase *Ground Cover* akan meningkat seiring dengan pertumbuhan tanaman. Peningkatan *Ground Cover* sangat terlihat ketika tanaman memasuki masa vegetatif. Reflektansi tanaman berpengaruh terhadap indeks vegetasi yang diperoleh.

Berdasarkan hasil pengukuran reflektansi, diperoleh indeks vegetasi pada pola tanam tegel yaitu sebagai berikut.



Gambar 13. Hubungan *Ground Cover* (%) dengan indeks vegetasi pada pola tanam tegel

Berdasarkan hasil pengukuran reflektansi, diperoleh indeks vegetasi pada pola tanam legowo 2-1 yaitu sebagai berikut.

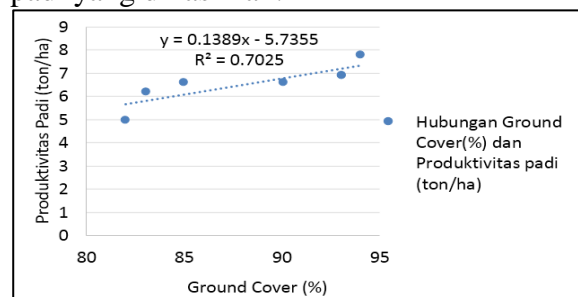


Gambar 14. Hubungan *Ground Cover* (%) dengan indeks vegetasi pada pola tanam legowo 2-1

Pada Gambar 13 dan 14 menunjukkan hubungan antara *Ground Cover* dengan indeks vegetasi tanaman padi varietas inpari 23. Pola tanam tegel dan pola tanam legowo 2-1 digunakan sebagai perbandingan. Pola tanam legowo 2-1 memiliki pengaruh terhadap peningkatan indeks vegetasi dibandingkan dengan pola tanam tegel. Tanaman padi pola tanam legowo 2-1 memiliki nilai indeks vegetasi yang cenderung tinggi dengan adanya peningkatan *Ground Cover*. Sedangkan pada tanaman padi pola tanam tegel memiliki nilai indeks vegetasi yang tidak menentu yakni adanya nilai indeks vegetasi yang tinggi pada *Ground Cover* yang rendah. Kerapatan tanaman tidak memiliki pengaruh yang signifikan terhadap peningkatan nilai indeks vegetasi. Hal tersebut disebabkan terdapat faktor-faktor yang mempengaruhi reflektansi tanaman diantaranya yaitu kenampakan lahan penanaman serta banyaknya cahaya yang diserap dan dipantulkan oleh objek.

3.8 Hubungan *Ground Cover* dengan Produktivitas Padi

Ground Cover menggambarkan persentase tutupan vegetasi pada lahan penanaman. Semakin tinggi persentase *Ground Cover* yang diperoleh maka semakin subur tanaman tersebut. Hal ini berkaitan dengan produktivitas tanaman padi yang dihasilkan.



Gambar 15. Hubungan *Ground Cover* (%GC) dengan produktivitas padi (ton/ha).

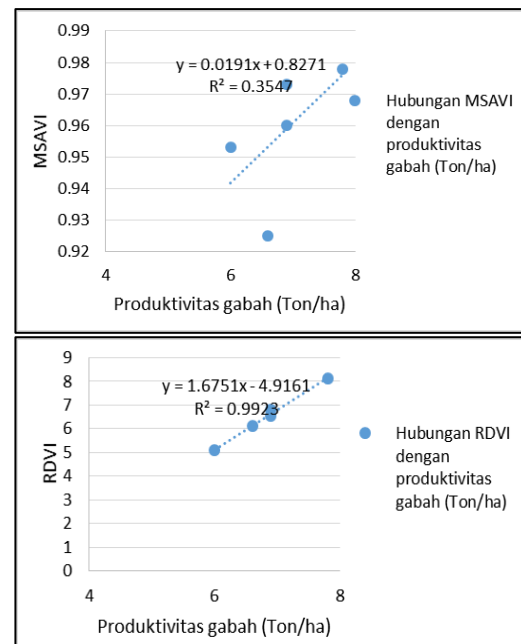
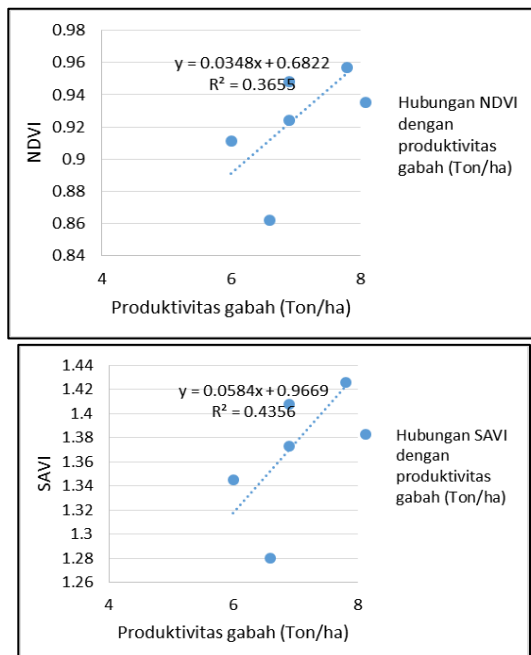
Ground Cover (%GC) memiliki korelasi yang cukup kuat dengan produktivitas tanaman padi (ton/ha) (dapat dilihat pada Gambar 15). Hal ini diketahui dengan

koefisien determinasi (R^2) yang dihasilkan yaitu 0,70. Artinya, banyaknya vegetasi pada suatu lahan turut mempengaruhi produktivitas tanaman (ton/ha). Hal ini sesuai dengan Shadrina (2015), bahwa produktivitas padi di daerah penelitian dapat diprediksi melalui nilai indeks vegetasi NDVI, nilai Indeks Luas Daun (ILD), dan *Ground Cover* (GC). Nilai Indeks Luas Daun, kontribusinya terhadap produktivitas padi sebesar 81.50% dan kontribusi *Ground Cover* sebesar 67,6%.

3.9 Hubungan Indeks Vegetasi dengan Produktivitas Padi

Fase awal generatif yaitu saat tanaman padi memasuki awal pembungaan-bunting (umur tanaman padi sekitar 10-11 minggu setelah tanam/MST merupakan fase pertumbuhan tanaman yang diduga mempunyai hubungan erat dengan produksi tanaman padi. Adanya peningkatan fotosintesis tanaman menyebabkan nilai indeks vegetasi pada fase tersebut meningkat.

Berikut adalah hubungan antara indeks vegetasi dengan produktivitas gabah (ton/ha) hasil panen di lapangan.



Gambar 16. Hubungan indeks vegetasi dengan produktivitas gabah (ton/ha)

Gambar 16 menunjukkan antara indeks vegetasi dengan produktivitas padi (ton/ha) memiliki hubungan yang lemah. Hal ini berdasarkan koefisien determinasi (R^2) yang dihasilkan berada dibawah 0,5. Rendahnya nilai beberapa indeks vegetasi yang diperoleh disebabkan nilai reflektansinya. Sesuai dengan penelitian yang dilakukan Shadrina (2015) bahwa hubungan antara berat GKP dengan nilai indeks vegetasi pada spektrometer lemah karena adanya penyebaran daun pada lapisan atas yang dapat menyebabkan penyerapan dan reflektansi cahaya yang tidak efektif yang memberikan kontribusi lemah pada hubungan nilai indeks vegetasi dan berat gabah kering panen. Akan tetapi, korelasi yang tinggi diperoleh untuk RDVI yakni 0,9. Hal ini terjadi karena RDVI merupakan indeks yang tidak terpengaruh oleh geometri tanah dan cahaya sehingga nilai reflektansi yang diperoleh akan tetap stabil.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada awal pertumbuhan hingga 38 HST, reflektansi warna lahan dengan tanaman padi berada pada kuadran IV yaitu antara merah dan biru. Kemudian akan berubah pada puncak pertumbuhan hingga memasuki masa panen menuju kuadran II yaitu antara hijau dan kuning.
2. Produktivitas padi berdasarkan estimasi dan pengukuran gabah hasil panen memiliki hubungan yang cukup akurat.
3. Kerapatan tanaman memiliki hubungan yang cukup kuat dengan peningkatan produktivitas padi (ton/ha) dengan koefisien determinasi (R^2) yaitu 0,7.
4. Tanaman padi pola tanam Legowo 2-1 lebih memiliki pengaruh terhadap peningkatan indeks dibandingkan pola tanam Tegel.
5. Nilai indeks vegetasi tanaman padi memiliki hubungan yang lemah dengan produktivitas padi (ton/ha) pada beberapa indeks kecuali.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdulrachman S, J. M. Made, A. Nurwulan, G. Indra., P. Sasmita dan A. Guswara. 2013. *Panduan Sistem Tanam Legowo*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Sukamandi.
- BPS (Badan Pusat Statistik). 2016. *Produksi Padi Tahun 2015*. [Http://www.bps.go.id/Brs/view/id/1157](http://www.bps.go.id/Brs/view/id/1157). Diakses pada Selasa, 7 Juni 2016.
- BPPP (Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian). 2016. *Deskripsi Varietas Unggul Padi*. <http://bbpadi.litbang.pertanian.go.id/index.php/en/publikasi/buku/content/item/450-deskripsi-varietas-2016>. Diakses pada Selasa, 7 Juni 2016.
- Shadrina, N. 2015. *Pendugaan Produktivitas Tanaman Padi Sawah Berdasarkan Citra Digital dan*

Spektrometer.Tesis Universitas Hasanuddin. Makassar.

Sudiana, D dan D. Elfa. 2008. *Analisis Indeks Vegetasi Menggunakan Data Satelit NOAA/AVHRR dan TERRA/AQUA-MODIS*. Fakultas Teknik. Universitas Indonesia. Jakarta.