

**ANALISIS PRODUKTIVITAS KELAPA SAWIT
MENGUNAKAN FOTO UDARA MULTISPEKTRAL
DENGAN PENDEKATAN LUAS KANOPI DAN
INDEKS VEGETASI**

Tesis
Untuk memenuhi sebagian persyaratan
Mencapai derajat Sarjana S – 2

Program Pasca Sarjana
Magister Manajemen Perkebunan



Diajukan oleh

TRI HARYO SAGORO
211362/MMP

K e p a d a

**PROGRAM PASCASARJANA
MAGISTER MANAJEMEN PERKEBUNAN
INSTITUT PERTANIAN STIPER
YOGYAKARTA
2022**

**ANALISIS PRODUKTIVITAS KELAPA SAWIT
MENGUNAKAN FOTO UDARA MULTISPEKTRAL
DENGAN PENDEKATAN LUAS KANOPI DAN
INDEKS VEGETASI**

yang dipersiapkan dan disusun oleh

TRI HARYO SAGORO

211362MMP

telah dipertahankan di depan Dewan Penguji

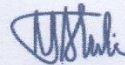
Pada tanggal 31 Juli 2023

Susunan Dewan Penguji

Dosen Pembimbing,

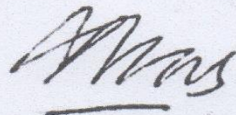


Dosen Penguji,

A handwritten signature in blue ink, likely belonging to the supervisor or examiner.

Dr. Ir. Andreas Wahyu Krisdiarto, M. Eng.,IPM. Dr. Yohana Th. Maria Astuti, M. Si

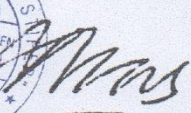
Dosen Penelaah,

A handwritten signature in black ink, likely belonging to the reviewer.

Dr. Ir. Hermantoro, MS.,IPU

Mengetahui
Direktur Pascasarjana
Magister Manajemen Perkebunan INSTIPER Yogyakarta




Dr. Ir. Hermantoro, MS.,IPU

PERNYATAAN

Dengan ini Penulis menyatakan bahwa tesis ini bukan merupakan karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan penulis juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 10 Juni 2023

Tri Haryo Sagoro
211362/MMP

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat Nya, penulis dapat menyelesaikan tesis ini. Penulisan tesis ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Magister Program Pascasarjana (S-2) pada program Magister Manajemen Perkebunan (MMP) Institut Pertanian Stiper (INSTIPER) Yogyakarta. Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan tesis ini, sangatlah sulit bagi tesis ini dapat diselesaikan. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Allah SWT, Tuhan YME yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya dalam menyelesaikan tesis ini, hingga penulis tetap dalam keadaan sehat;
2. Orang tua dan keluarga penulis yang telah memberikan doa dan dukungan moral;
3. Dr. Ir. Andreas W. Krisdiarto, M. Eng., selaku dosen pembimbing pertama yang telah menyediakan waktu dan pikiran memberikan arahan dalam penyusunan tesis ini;
4. Dr. Ir. Hermantoro, M.S.,IPU selaku dosen pembimbing kedua yang telah memberikan masukan, saran dan koreksi pada materi tesis ini;
5. Prof. Dr. Kadarwati Budihardjo, SU, selaku direktur Program Pascasarjana (S-2) Magister Manajemen Perkebunan (MMP) Institut Pertanian Stiper (INSTIPER) Yogyakarta;
6. Bapak Simon Siburat, selaku *Plantation Head* Indonesia Wilmar yang telah

memberikan kesempatan penulis untuk menempuh pendidikan program pasca sarjana di Institut Pertanian Stiper (INSTIPER) Yogyakarta;

7. Bapak Rafizuddin Jailani, selaku General Manager (GM) PT. Mentaya Sawit Mas, Bapak Engkus Kusmana, selaku Asisten General Manager (AGM) PT. Mentaya Sawit Mas yang telah memberikan ijin penelitian dan dukungan di perkebunan PT. Mentaya Sawit Mas.
8. Bapak Suwardi, S.TP., M.Si., selaku General Manager (GM) di Central Kalimantan Project (CKP) yang telah memberikan motivasi dan inspirasi untuk terus maju, pantang mundur.
9. Septa Primananda SP. M.Si., Dr. Sukarman, S.ST., M.M., M.Si., kolega di Wilmar Group yang telah memberi dukungan selama penelitian di lapangan.
10. Badi Hariadi, S.Si., yang telah membantu penulis dalam usaha memperoleh data penelitian dan bertukar pikiran.”man jadda wa jadda...”;
11. Seluruh sivitas akademis Program Pascasarjana (S-2) Magister Manajemen Perkebunan (MMP) Institut Pertanian Stiper (INSTIPER) Yogyakarta;
12. Segenap pihak dan rekan seperjuangan kelas 23B yang telah memberikan bantuan baik moril dan materil yang tidak dapat ditulis satu persatu. Akhir kata, penulis berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga tesis ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

Yogyakarta, 10 Juni 2023

Tri Haryo Sagoro
211362/MMP

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN.....	ix
INTISARI	x
ABSTRACT.....	xi
I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	6
1.3 Tujuan Penelitian	7
1.4 Manfaat Penelitian	7
1.5 Keaslian Penelitian.....	9
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	11
2.1 Landasan Teori.....	11
2.1.1 Foto Udara Multispektral	11
2.1.2 Luas Kanopi	13
2.1.3 Indeks Vegetasi	15
2.1.4 Analisis Statistik Regresi	19
2.2 Hipotesis	23
III. METODE PENELITIAN.....	24
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	24
3.2 Alat Penelitian.....	24
3.3 Metode Pengambilan Sampel.....	24
3.3.1 Populasi Penelitian.....	24
3.3.2 Metode Pengambilan Cuplikan (<i>sampling</i>).....	25
3.4 Rancangan Penelitian.....	26
3.5 Tahapan Penelitian.....	27
3.6 Variabel Penelitian.....	27
3.7 Metode Pengambilan Data.....	28
3.8 Analisis Data.....	28
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	30

4.1	Hasil	30
4.1.1	Foto Udara Multispektral	30
4.1.2	Hasil Panen dan Penimbangan Tandan Buah Segar (TBS).....	31
4.1.3	Jumlah Pokok dan Luas Kanopi.....	33
4.1.4	Citra <i>Normalized Difference Vegetation Index</i> (NDVI)	37
4.1.5	Citra <i>Normalized Difference Red Edge</i> (NDRE)	39
4.2	Pembahasan.....	40
4.2.1	Luas Kanopi Terhadap Produksi TBS.....	40
4.2.2	Indeks Vegetasi NDVI dan NDRE Terhadap Produksi TBS.....	47
V.	KESIMPULAN DAN SARAN.....	54
5.1	Kesimpulan	54
5.2	Saran	55
	DAFTAR PUSTAKA	56
	LAMPIRAN.....	60

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Keaslian Penelitian.....	9
Tabel 4.1 Hasil Rotasi Panen	31
Tabel 4.2 Contoh Luas Kanopi dan Nilai NDVI Per Ancak.....	38
Tabel 4.3 Klasifikasi Tingkat Kehijauan	39
Tabel 4.4 Formula, R^2 dan r antar Variabel	48

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pola Respon Spektral Obyek.....	12
Gambar 2.2 Konsep NDVI.....	17
Gambar 2.3 Pola spektral NDVI.....	17
Gambar 2.4 Pola spektral NDRE.....	18
Gambar 3.1 Diagram Alir Penentuan Populasi dan Sampel.....	25
Gambar 3.2 Sebaran Populasi dan Sampel.....	26
Gambar 3.3 Diagram Alir Penelitian.....	26
Gambar 4.1 Hasil <i>Mosaicking</i> citra Multispektral.....	31
Gambar 4.2 Pengaturan ancak dan lokasi TPH di blok 531 (Q45).....	32
Gambar 4.3 Pengumpulan dan Penimbangan TBS di TPH.....	32
Gambar 4.4 Membuat Lingkar Pokok Sawit.....	33
Gambar 4.5 Hasil Pembuatan Lingkar Pokok dan Jumlah Pokok.....	34
Gambar 4.6 <i>Excess Green</i> dan Efek Bayangan.....	34
Gambar 4.7 Indeks Vegetasi SAVI dan <i>Background</i> Tanah.....	35
Gambar 4.8 Luas Kanopi.....	36
Gambar 4.9 Lokasi Masing-masing Sampel Ancak.....	36
Gambar 4.10 Tampilan hasil perhitungan luas masing-masing ancak oleh software ArcGIS.....	37
Gambar 4.11 Citra NDVI.....	37
Gambar 4.12 Nilai NDVI Kanopi.....	38
Gambar 4.13 Citra NDRE.....	39
Gambar 4.14 Hasil NDVI per Pokok.....	40
Gambar 4.15 Regresi Linier Luas Kanopi Terhadap Produksi TBS.....	41
Gambar 4.16 Sebaran Lokasi Luas Kanopi Per Ancak/TPH.....	43
Gambar 4.17 Produksi TBS Per Ancak/TPH.....	43
Gambar 4.18 Ilustrasi tinggi, <i>crown area</i> dan CPA (Avtar et al., 2020).....	45
Gambar 4.19 Regresi Linier Nilai NDVI Terhadap Produksi TBS.....	47
Gambar 4.20 Regresi Linier Nilai NDRE Terhadap Produksi TBS.....	48
Gambar 4.21 Sebaran Nilai NDVI Per Ancak/TPH.....	50
Gambar 4.22 Sebaran Nilai NDRE Per Ancak/TPH.....	50

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Jumlah Pokok, Luas Kanopi Dan Nilai Indeks Vegetasi NDVI dan NDRE Per TPH	60
Lampiran 2. Data Jumlah Tandan dan Produksi TBS Per TPH (4x Rotasi Panen)	61
Lampiran 3. Korelasi Produk Moment Pearson	62
Lampiran 4. Koefisien Determinasi (R^2).....	63
Lampiran 5. Peta Kelas Luas Kanopi.....	64
Lampiran 6. Peta Kelas NDVI	65
Lampiran 7. Peta Kelas NDRE	66
Lampiran 8. Peta Produk TBS.....	67
Lampiran 9. Jadwal Penelitian	68

INTISARI

Peta foto udara menggunakan pesawat udara tanpa awak di perkebunan kelapa sawit umumnya digunakan untuk menghitung jumlah pokok tanaman kelapa sawit. Seiring dengan semakin berkembangnya sensor penginderaan jauh, resolusi data yang dihasilkan pun menjadi semakin tinggi, sehingga dapat memperluas pemanfaatan data penginderaan jauh tersebut. Salah satunya adalah pemanfaatan data penginderaan jauh multispektral yang diambil dengan wahana pesawat udara tanpa awak untuk menganalisis produktivitas tanaman kelapa sawit melalui pendekatan luas kanopi dan indeks vegetasi di tiap ancak panen yang diamati.

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kuantitatif. Variabel bebas yang digunakan adalah luas kanopi, nilai NDVI dan nilai NDRE pada masing-masing ancak panen yang diperoleh dari hasil pemrosesan data foto udara multispektral pada blok dengan tahun tanam 2017. Sementara variabel terikat yang diamati adalah produksi TBS pada masing-masing ancak panen yang diperoleh dari kegiatan pengukuran lapangan dari 4 kali rotasi panen. Metode statistik yang digunakan adalah regresi linier sederhana dengan parameter analisis adalah nilai koefisien korelasi (r) dan koefisien determinasi (R^2). NDRE merupakan variabel yang mempunyai tingkat korelasi paling kuat dibandingkan variabel bebas lainnya, ditunjukkan dengan nilai koefisien korelasi antara variabel NDVI, NDRE dan Luas Kanopi terhadap variabel Produksi Kelapa Sawit berturut-turut adalah 0,733, 0,797 dan 0,757. Model berupa persamaan linier yang dihasilkan secara baik menggambarkan variasi variabel dependen luas kanopi, nilai indeks vegetasi NDVI dan nilai indeks vegetasi NDRE terhadap produksi TBS, ditunjukkan dengan nilai koefisien determinasi (R^2) untuk semua variabel bebas lebih besar dari 0,50. Persamaan linier NDRE terhadap produksi TBS adalah $y = 3621,9x - 1153,8$ ($R^2=63,5\%$), persamaan linier luas kanopi terhadap produksi TBS adalah $y = 0,5479x - 717,08$ ($R^2= 57,3\%$), dan persamaan linier NDVI terhadap produksi TBS adalah $y = 11,639x - 9709$ ($R^2=53,7\%$).

Kata Kunci : *foto udara multispektral, drone, luas kanopi, indeks vegetasi NDVI, NDRE, Tandan Buah Segar (TBS).*

Penulis/ Peneliti,

Tri Haryo Sagoro

ABSTRACT

Aerial photo maps using unmanned aerial vehicles on oil palm plantations, are generally used to count the palm trees. Along with the development of remote sensing sensors, the resulting data resolution is also getting higher, so that it can expand the utilization of remote sensing data. One of them is the use of multispectral remote sensing data taken by unmanned aircraft to analyze the productivity of oil palm plantations through the canopy area approach and vegetation index at each harvest stage observed.

This research is quantitative descriptive. The independent variables used were canopy area, NDVI value and NDRE value at each harvesting period which were obtained from the processing of multispectral aerial photo data in blocks with the 2017 planting year. While the dependent variable observed was FFB production at each harvesting obtained from field measurement activities of 4 harvest rotations. The statistical method used is simple linear regression with the analysis parameters are the value of the correlation coefficient (r) and the coefficient of determination (R^2).

NDRE has the strongest correlation level compared to the other independent variables, indicated by the correlation coefficient values between the variables NDVI, NDRE and Canopy Area on the Palm Oil Production variable respectively 0.733, 0.797 and 0.757. The model which is a linear equation produced well describes the variation of the dependent variable canopy area, the NDVI vegetation index value and the NDRE vegetation index value on FFB production, indicated by the coefficient of determination (R^2) for all independent variables greater than 0.50. The NDRE linear equation for FFB production is $y = 3621.9x - 1153.8$ ($R^2=63.5\%$), the linear equation for canopy area for FFB production is $y = 0.5479x - 717.08$ ($R^2= 57.3\%$) , and the NDVI linear equation for FFB production is $y = 11.639x - 9709$ ($R^2=53.7\%$).

Keywords: *Multispectral aerial photography, Drones, Canopy Area, NDVI Vegetation Index, NDRE and Fresh Fruit Bunches (FFB) Production.*

Researcher,

Tri Haryo Sagoro