

**ESTIMASI KANDUNGAN UNSUR HARA KALIUM DAN
MAGNESIUM PADA TANAMAN NANAS (*Ananas comosus* (L) Merr.)
Menggunakan Unmanned Aerial Vehicle (UAV) DI PT. GREAT
GIANT PINEAPPLE**

**Estimation of Potassium and Magnesium Contents in Pineapple Plant
(*Ananas comosus* (L) Merr.) using Unmanned Aerial Vehicle (UAV) at
PT. Great Giant Pineapple**

Lukman Mei Widitya^{*1}, Sudarto¹, Aditya Nugraha Putra¹, Dwi Okiyanto²

¹Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, ²GIS Departement PT. Great Giant Pineapple

* Penulis korespondensi: lukmanmei02@gmail.com

Abstract

Central Lampung is one of the areas that produce a lot of pineapple. Pineapple plants require potassium and magnesium nutrients to produce optimal fruit. The apparent appearance of chlorotic symptoms due to nutrient deficiency of potassium and magnesium makes it possible to be detected using aerial photographs. This study aimed to compare between Green Normalized Difference Vegetation Index (GNDVI), Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) and spectral values for predicting potassium and magnesium contents in pineapple plants. The result of regression test showed that GNDVI had the best relationship than NDVI and spectral values. The equation for predicting the potassium nutrient in pineapple plant was with the formula: $K=3,342-1,501(GNDVI)$ with RMSE value 0,1634. The Estimation magnesium in pineapple plants, NDVI had a better relationship with magnesium than with GNDVI and spectral values. The equations for magnesium estimation in plants with NDVI were obtained by using the regression test, *i.e.*: $Mg=0,083+0,288(NDVI)$ with RMSE of 0,0342. Paired T-test values of GNDVI with potassium (-1,007) and NDVI with magnesium (-1,048) showed that t count was smaller than t table (2,015) and the significance value of both was greater than alpha ($\alpha = 0,05$). So it can be said that the value of estimation with the actual value in the field has no difference that significant.

Keywords: *Ananas comosus*, GNDVI, Magnesium, NDVI, Potassium, Unmanned Aerial Vehicle.

Pendahuluan

Nanas (*Ananas comosus* L. Merr) merupakan salah satu buah yang memiliki banyak nilai guna mulai dari buah hingga bonggol nanas yang dapat menghasilkan enzim *Bromelain*. Nanas dapat dikonsumsi dalam bentuk segar atau dikonsumsi dalam bentuk olahan seperti selai, *juice*, konsentrat, *cocktail*, dan olahan nanas kaleng. Selain enak dimakan, buah nanas mengandung air, gula, asam organik, mineral, nitrogen, protein dan mengandung semua vitamin dalam jumlah kecil, kecuali vitamin D (Hadiati dan Indriyani, 2008). Indonesia berada

pada posisi ketiga di ASEAN setelah Thailand dan Filipina sebagai penghasil buah nanas terbesar (Hadiati dan Indriyani, 2008; Susanti, 2015). Produktivitas nanas di Indonesia terbilang sangat baik, dalam kurun waktu tahun 1980-2014 mengalami peningkatan dari 180,64 ton tahun⁻¹ menjadi 1,84 juta ton tahun⁻¹ (Susanti, 2015). Sumatera termasuk dalam daerah penyumbang produksi nanas terbesar di Indonesia. Sekitar 33% luas produksi nanas terdapat di Lampung Tengah karena terdapat PT. Great Giant Pineapple yang bergerak di bidang produksi nanas skala besar. Total luas

kebun PT. Great Giant Pineapple pada saat ini mencapai ± 32.000 ha.

Sebagian besar lahan di Kabupaten Lampung Tengah berkembang dari aliran material gunung berapi yang berasal dari bukit barisan berupa tuff Lampung masam. Tuff masam merupakan jenis batuan sedimen masam dari bahan vulkan yang komposisinya didominasi oleh mineral campuran opak dan kuarsa. Mineral opak adalah mineral oksida besi (Fe) dan mineral kuarsa merupakan mineral silikat (Si) merupakan mineral tahan lapuk. Tanah yang terbentuk dari dominansi mineral primer yang tahan lapuk maka tanah tersebut dapat dikatakan miskin cadangan unsur hara (Pramuji dan Bastaman, 2009). Sifat batuan yang masam membentuk tanah ultisols (BAPPEDA, 2012; Prasetyo dan Suriadikarta, 2006).

Ultisol dicirikan dengan adanya *phyllosilikat* pada horizon bawah permukaan argilik, adanya redoksi morfik, memiliki pH yang rendah berkisar 4,3-4,9 tergolong dalam tanah masam dan miskin kandungan hara seperti Ca, Mg, Na, dan K, (Prasetyo dan Suriadikarta, 2006; Soil Survey Staff, 2014). Tanaman Nanas membutuhkan unsur hara kalium dan magnesium untuk memproduksi buah nanas yang optimal. Tanaman nanas membutuhkan untuk kalium untuk mengaktifkan lebih dari 60 enzim dan mengangkut hasil fotosintesis. Sedangkan unsur magnesium berperan penting dalam fotosintesis tanaman, sebagai aktivator enzim, produksi protein dan metabolisme karbohidrat. Tanaman kekurangan unsur kalium dan magnesium tersebut akan menunjukkan gejala klorosis atau daun akan menguning (Roy *et al.*, 2006; Sitompul, 2015).

Penelitian mengenai kandungan kalium dan magnesium pada tanaman banyak dilakukan dengan menggunakan analisis laboratorium. Metode ini memerlukan waktu yang lama dan biaya yang tinggi sehingga dikembangkan metode atau pendekatan untuk menduga kondisi tanaman menggunakan teknologi spasial. Teknologi yang berkembang dewasa ini yang banyak digunakan adalah teknologi *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV). Teknologi UAV merupakan teknologi pesawat tanpa awak yang digunakan untuk mengambil foto udara. UAV Seri QUEST Q-200 memiliki

kamera dengan fitur sensor gelombang tampak (RGB) dan inframerah. Panjang gelombang yang tersedia pada sensor pada rentang 470 nm-720 nm dengan resolusi spektral 6 cm x 6 cm. Chemura *et al.* (2016) menggunakan NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) dan LSWI (*Land Surface Water Index*) untuk membedakan tanaman kopi yang sehat dan tanaman kopi yang tidak sehat dalam beberapa kelas umur.

NDVI dapat digunakan untuk menduga kesehatan tanaman kopi pada berbagai kelas umur dengan akurasi 80,9% dengan menggunakan citra Landsat 8 OLI. Kelemahan Landsat adalah resolusi spektral 30 m x 30 m. Penerapan dalam bidang pertanian dengan pengelolaan tanaman spesifik lokasi diperlukan foto udara dengan resolusi tinggi. Penelitian ini disusun untuk untuk mengkaji pemanfaatan nilai spektral foto udara resolusi tinggi UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) menggunakan GNDVI dan NDVI dalam rangka menduga kandungan unsur hara kalium dan magnesium pada tanaman nanas. Penerapan pertanian presisi menggunakan penginderaan jauh di PT. Great Giant Pineapple telah dilakukan namun belum adanya informasi mengenai pendugaan kandungan unsur hara K dan Mg tanaman nanas menggunakan data foto udara UAV, sehingga penelitian ini penting untuk dilakukan sebagai pertimbangan dalam manajemen pemupukan.

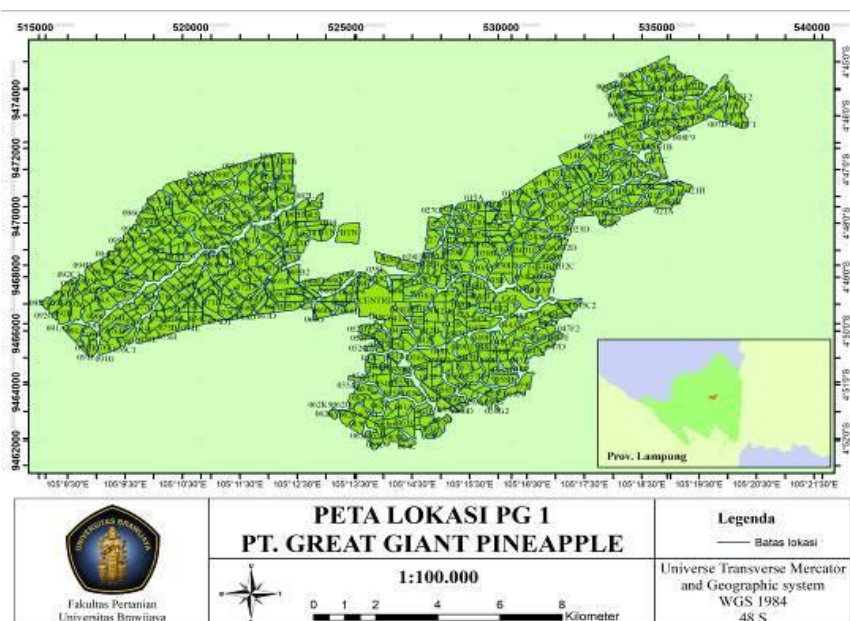
Metode Penelitian

Waktu dan tempat penelitian

Penelitian ini dilakukan di area perkebunan nanas (*Ananas comosus*, (L)Merr) PT. Great Giant Food yang beralamat di Terbanggi Besar, Lampung Tengah (**Gambar 1**). Pada Februari 2017 sampai dengan April 2017. Analisis kimia tanah dan tanaman akan dilakukan di laboratorium milik PT. Great Giant Pineapple, Lampung Tengah.

Alat dan bahan

Alat yang digunakan meliputi, bor tanah, (*Global Positioning System*)GPS Trimble, laptop HP, Pix4D, ArcGIS 10.3, alat tulis, plastik bening, UAV Quest Agri Q-200. Sedangkan bahan yang akan digunakan adalah sampel daun dan sampel tanah.



Gambar 1. Peta observasi data sampel lokasi 95A

Penentuan lokasi

Lokasi ditentukan berdasarkan jenis bibit, klon, dan umur tanaman nanas. Lokasi penelitian di lokasi 95 A yang termasuk dalam wilayah PG 1, bibit yang ditanam adalah *crown* dari klon GP-3 berumur 9 bulan. Pengambilan sampel tanah dan sampel daun D pada 26 titik pengamatan ditentukan berdasarkan metode *purposive sampling* atau sama dengan *active field survey*. Metode *active field survey* merupakan bagian dari survei bebas. Penyurvei menentukan lokasi pengamatan berdasarkan faktor-faktor yang menunjang hipotesis dan pengamatan dilakukan lebih banyak pada daerah yang bermasalah. Penelitian ini lebih fokus pada performa tanaman yang dipengaruhi oleh kandungan kalium dan magnesium. Gejala yang ditampakkan apabila tanaman kekurangan kalium dan magnesium adalah klorosis. Oleh sebab itu, titik pengamatan ditentukan pada daerah dimana tanaman nanas yang memiliki daun berwarna kuning sampai pada tanaman nanas yang memiliki daun berwarna hijau tua. Terdapat 26 titik yang terbagi menjadi dua yaitu 20 titik untuk pemodelan dan 6 titik untuk validasi model. Validasi model bertujuan untuk menguji kemiripan hasil estimasi dengan hasil perhitungan analisis kandungan hara pada

tanaman nanas. Titik validasi ditentukan berdasarkan nilai persen kandungan hara yang masing-masing dianggap mewakili hara rendah sedang dan tinggi, dikarenakan pengamatan dilakukan secara *realtime*. Titik observasi tampilan pada Gambar 2.

Karakteristik UAV

UAV yang digunakan adalah UAV produk QUEST dari Jerman dengan model Q-200 AGRI. Jenis UAV yang digunakan adalah *Fixed Wing* yang dilengkapi dengan kamera RGB dan NIR serta kamera GPS dan koordinat. Terdiri dari dua kamera yaitu kamera *Red Green Blue* dan kamera *Infra Red*. Kamera dilengkapi dengan gimbal, sehingga pada saat pesawat bermanuver kamera akan tetap menghadap lurus ke bawah. Resolusi dari kamera adalah 20 *Mega Pixel* dengan ukuran *pixel* 0,06 x 0,06 m² pada ketinggian 500 ft atau setara dengan 120 m dari permukaan tanah. Panjang spektral *Red* adalah 660 nm, *Green* 550 nm, *Blue* 470 nm, dan *NIR* 720 nm. Hasil tangkapan UAV berupa foto udara dan DSM (*Digital Surface Model*). *Logger* berfungsi sebagai perekam semua informasi yang diterima oleh UAV seperti elevasi, waktu, koordinat, dan kecepatan pesawat.



Gambar 2. Peta observasi data sampel lokasi 95A

Pengambilan sampel dan foto udara

Penerbangan UAV dilakukan oleh tim GGP *Eagle* dari departemen PQI, pada 12 April 2017 pada lokasi 95A sekitar pukul 10.00 WIB dengan kondisi cuaca cerah dan kecepatan angin sedang. Pengambilan sampel dilakukan menggunakan metode *purposive sampling*. Pelaksanaan pengambilan sampel bersamaan dengan waktu penerbangan UAV. Hal ini dilakukan untuk mengoptimalkan keakuratan data foto udara dengan data sampel daun. Penandaan titik pengamatan menggunakan GPS geodetik Trimble.

Pengolahan foto udara

Pengolahan foto udara dilakukan menggunakan software Pix4D *mapper*. Pertama membuat *new project merged* foto udara RGB dan NIR. Foto udara RGB dimasukkan ke dalam *project visible* dan foto udara NIR dimasukkan ke dalam *project IR*. Kedua *project* kemudian digabungkan untuk proses selanjutnya di Pix4D. Data *logger* dan GPS kemudian dimasukkan masing-masing *Ground Check Point* (GCP). Kemudian dilakukan *rectification* foto udara dengan GCP. Selanjutnya dilakukan

proses mozaik atau penggabungan foto udara hasil tangkapan UAV untuk mendapatkan *orthomosaic*. Setelah mendapatkan *orthomosaic* foto udara ditransformasikan ke dalam indeks vegetasi NDVI menggunakan dengan persamaan:

$$NDVI = (\lambda NIR - \lambda Red) / (\lambda NIR + \lambda Red)$$

Selain NDVI peneliti juga menggunakan indeks vegetasi yang lain yaitu GNDVI (*Green Normalized Difference Vegetation Index*). Kedua indeks tersebut dikombinasikan untuk mencari persamaan yang baik untuk menduga unsur hara kalium dan magnesium di dalam tanaman. berikut adalah persamaan GNDVI:

$$GNDVI = (\lambda NIR - \lambda Green) / (\lambda NIR + \lambda Green)$$

Analisis sampel

Analisis tanah dilakukan di laboratorium sentral PT. Great Giant Pineapple untuk mengetahui kandungan unsur hara khususnya kalium dan magnesium total dalam tanah sebagai validasi data menggunakan metode *Am. Acetat-AAS*. Analisis laboratorium sampel daun dengan parameter kandungan kalium dan magnesium menggunakan metode *AAS-wet ashing*.

Analisis statistik foto udara

Nilai spektral foto udara yang telah ditransformasi ke indeks vegetasi sebagai data untuk mendapatkan persamaan estimasi unsur hara kalium dan magnesium di lapangan. Data hasil dari laboratorium kemudian dianalisis regresi terhadap indeks vegetasi menggunakan *software* SPSS 16.0. tingkat kesalahan estimasi dilihat dari RMSE. Lebih lanjut untuk dianalisis uji T berpasangan untuk melihat kemiripan data di lapangan dengan model estimasi. RMSE (*Root Mean Square Error*) adalah metode alternatif untuk mengevaluasi teknik estimasi yang digunakan untuk mengukur tingkat akurasi hasil prakiraan suatu model. RMSE (*Root Mean Square Error*) merupakan nilai rata-rata dari jumlah kuadrat kesalahan, juga dapat menyatakan ukuran besarnya kesalahan yang dihasilkan oleh suatu model prakiraan. Nilai RMSE (*Root Mean Square Error*) yang semakin rendah menunjukkan bahwa variasi nilai yang dihasilkan oleh suatu model prakiraan mendekati variasi nilai observasinya.

Hasil dan Pembahasan

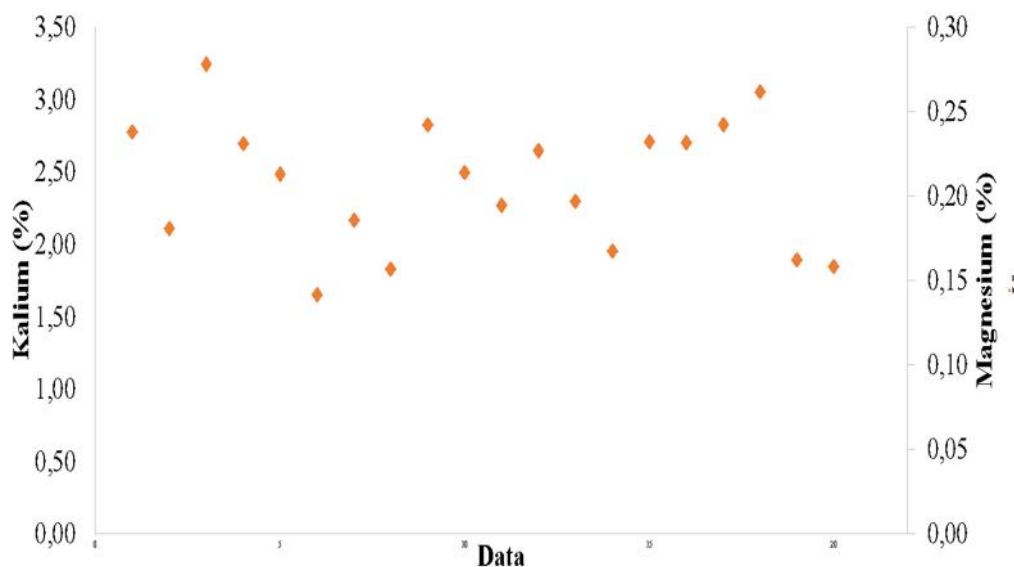
Kondisi umum wilayah

Lampung Tengah sebagian besar tanahnya terbentuk dari material vulkanik masam pegunungan bukit barisan yang berupa tuff

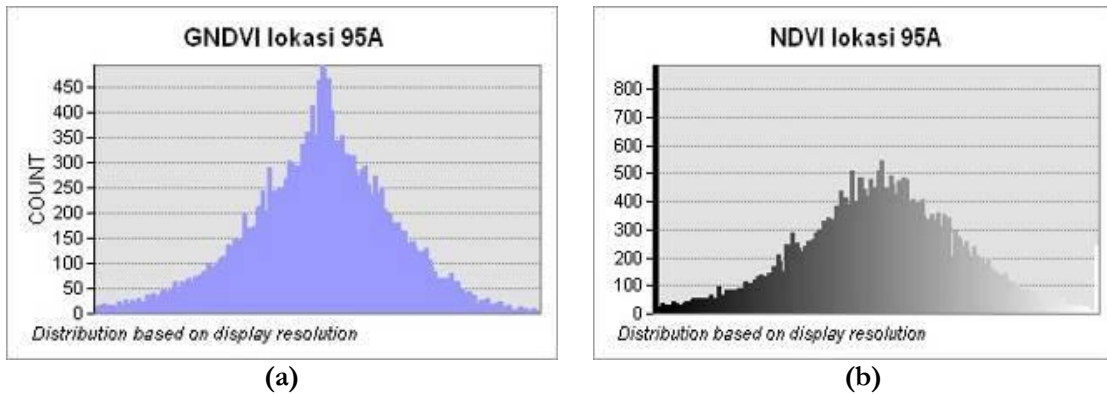
masam. Tuff merupakan batuan sedimen masam dari material vulkan yang tersusun dari mineral primer dari kuarsa dan opak (Prasetyo dan Suridiakarta, 2006). Mineral kuarsa dan opak termasuk dalam mineral tahan lapuk (resisten) terhadap pelapukan, sehingga walaupun tanah telah mengalami pelapukan tingkat lanjut, mineral tahan lapuk akan tetap ada (Pramuji dan Bastaman, 2009). Lampung tengah merupakan wilayah dengan bentukan lahan alluvial dari sungai way sekampung, way Tulangbawang, dan way Mesuji. Ketinggian di daerah Lampung Tengah berkisar antara 25 mdpl – 75 mdpl. Lampung tengah memiliki relief yang relatif datar dengan kemiringan 0 – 3 %. Sebagai informasi kemasaman tanah pada lokasi 95A, rata-rata pH pada kedalaman 0-20 cm adalah 4,31 dan pada kedalaman 20-40 cm adalah 4,41 yang termasuk dalam kelas kemasaman tanah sangat masam. Kriteria hubungan keeratan menurut Sugiyono (2008) yaitu: 0-0,19 (Sangat Lemah), 0,20-0,39 (Lemah), 0,40-0,59 (Erat), 0,60-0,79 (Kuat), 0,80-1,00 (Sangat Kuat)

Kandungan unsur hara tanaman

Nilai kandungan kalium pada kisaran 2,26%-3,08% dan kandungan magnesium dalam tanaman berkisar antara 0,14%-0,28% unsur magnesium dalam tanaman memiliki korelasi dengan klorofil tanaman (Gambar 1).



Gambar 3. Sebaran kandungan kalium dan magnesium pada tanaman

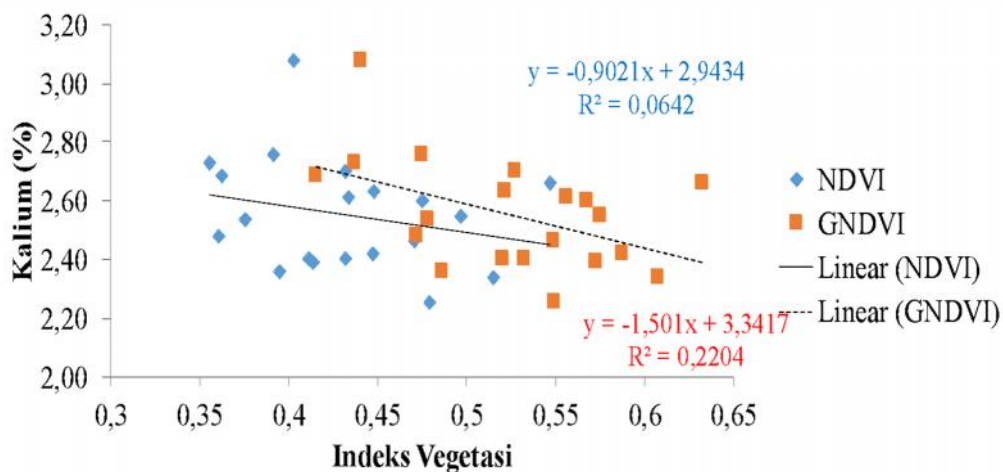


Gambar 4. (a) Histogram GNDVI di Lokasi 95A (b) Histogram NDVI Lokasi 95A

Model estimasi kalium pada tanaman menggunakan NDVI, GNDVI, dan nilai spektral

Model estimasi kalium menggunakan NDVI menghasilkan nilai hubungan negatif sebesar $r = -0,253$. Nilai korelasi $r = -0,253$ termasuk dalam kriteria korelasi yang lemah. Hubungan kalium dengan NDVI memiliki korelasi yang rendah maka tidak dilakukan uji regresi. Model estimasi kalium pada tanaman menggunakan GNDVI (*Green Normalized Difference Vegetation Index*) menghasilkan hubungan yang negatif sebesar $r = -0,469$. Nilai RMSE penelitian antara GNDVI dengan kalium pada tanaman nanas menggunakan UAV menghasilkan RMSE sebesar 0,1634. Hasil uji regresi menghasilkan

persamaan untuk memprediksi unsur hara kalium pada tanaman nanas: $K = 3,342 - 1,501 * (GNDVI)$. Gitelson, Kaufman, and Merzlyak (1996) menyatakan bahwa Green NDVI lebih baik dalam mengidentifikasi klorofil dan berkorelasi dengan nitrogen. Kalium dalam tanaman berperan dalam pembentukan klorofil dan berperan dalam pencegahan dekomposisi klorofil. Guo *et al.*, (2017) menyatakan bahwa dalam menduga kandungan kalium pada daun tanaman apel, NDVI tidak lebih baik daripada DVI (*Difference Vegetation Index*) dan RVI (*Ratio Vegetation Index*) dengan *Root Mean Square Error* (RMSE) dari DVI yang dihasilkan sebesar 0,1126 dalam menduga kalium pada daun tanaman apel.



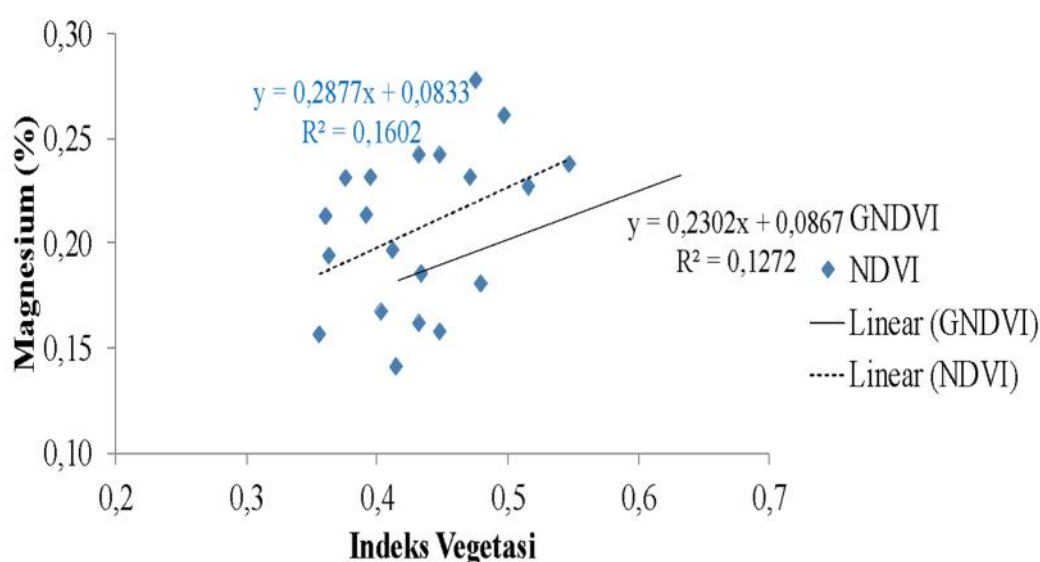
Gambar 5. Sebaran Kalium pada Tanaman dengan Nilai NDVI dan GNDVI

Hasil uji korelasi antara masing-masing *band* dengan kalium pada tanaman nanas menunjukkan bahwa spektral *band* biru dan inframerah dekat berkorelasi dengan kalium dalam tanaman nanas. Dilakukan uji regresi berganda dengan memasukkan variabel indeks vegetasi biru dan band inframerah dekat (IVBNIR) sebagai variabel independen. Hasil uji regresi menunjukkan nilai korelasi positif $r=0,559$. Nilai $r=0,559$ termasuk dalam kategori korelasi erat. Nilai RMSE (*Root Mean Square Error*) dari regresi antara IVBNIR dan kalium sebesar 0,1590. Didapatkan persamaan untuk memprediksi unsur kalium dalam tanaman, yaitu: $K=4,399 + 0,008(B) - 0,013(NIR)$. Menurut Govaerts and Verhulst (2010) spektral biru diserap oleh klorofil tanaman, namun dalam penelitian Sims and Gamon (2002) cahaya biru diserap oleh klorofil

akan tetapi tumpang tindih dengan absorpsi karotenoid dan inframerah dekat sensitif terhadap air kanopi daun tanaman dan jaringan daun tanaman yaitu struktur seluler dan protoplasma.

Model estimasi magnesium pada tanaman menggunakan NDVI, GNDVI, dan nilai spektral

Hasil uji korelasi menghasilkan nilai koefisien korelasi positif sebesar $r= 0,401$. Nilai korelasi sebesar 0,401 termasuk dalam kategori keeratan hubungan erat. sebesar $R^2=0,16$. Nilai RMSE persamaan NDVI untuk menduga kandungan magnesium pada tanaman sebesar 0,0342. Persamaan untuk estimasi magnesium pada tanaman dengan NDVI diperoleh menggunakan uji regresi, yaitu: $Mg=0,083+0,288*(NDVI)$



Gambar 6. Sebaran Magnesium pada Tanaman dengan NDVI dan GNDVI

Jia *et al.* (2012) menyebutkan bahwa antara NDVI dan klorofil memiliki korelasi yang kuat dan memiliki korelasi dengan serapan unsur hara nitrogen pada tanaman gandum. Menurut Govearts dan Verhulst (2010) bahwa NDVI dipengaruhi oleh faktor non vegetasi seperti atmosfer, aerosol, latar belakang tanah dan kanopi tanaman. Tanaman nanas pada umur 9 bulan masih dalam fase vegetatif dan belum sepenuhnya kanopi tanaman nanas menutupi tanah. Meskipun demikian NDVI terdiri dari

spektral *Red* yang sensitif diserap oleh klorofil dan spektral *Near-infrared* yang berhubungan dengan jaringan daun tanaman yaitu struktur seluler dan protoplasma (Kumar and Silva, 1972). Model dengan mengkombinasikan antara spektral NIR dan Green menghasilkan nilai hubungan GNDVI dengan magnesium pada tanaman nanas sebesar $r=0,357$. Hubungan yang ditunjukkan antara magnesium dengan GNDVI menandakan memiliki hubungan yang rendah. Berlainan dengan

penelitian Gitelson *et al.*, (1996) yang menyatakan bahwa GNDVI lebih baik dalam mengidentifikasi klorofil dan berhubungan baik dengan N. Permasalahannya adalah pada saat nanas umur 9 bulan, nanas dalam fase vegetatif dan kanopi tanaman nanas belum sepenuhnya menutup tanah. Sehingga terdapat beberapa pixel yang memiliki latar belakang tanah.

Hasil uji hubungan antara magnesium dengan spektral band *red*, *green*, *blue* dan NIR menunjukkan hubungan yang rendah. Nilai korelasi antara magnesium pada tanaman nanas dengan spektral band sebesar $r=-0,377$. Nilai korelasi antara magnesium pada tanaman nanas dengan spektral *green* sebesar $r=-0,269$. Nilai korelasi antara magnesium pada tanaman nanas dengan spektral *blue* memiliki nilai hubungan negatif sebesar $r=-0,355$. Sedangkan nilai korelasi antara magnesium pada tanaman nanas dengan spektral NIR memiliki korelasi hubungan positif sebesar $r=0,129$. Dikarenakan nilai korelasi antara magnesium pada tanaman dengan masing-masing spektral band rendah maka tidak dilakukan uji regresi. Adapun yang menjadi kendala adalah pada saat nanas umur 9 bulan, nanas dalam fase vegetatif dan kanopi tanaman nanas belum sepenuhnya menutup tanah. Sehingga terdapat beberapa pixel yang memiliki latar belakang tanah.

Validasi model kalium dengan indeks vegetasi

Indeks vegetasi yang didapatkan dari uji korelasi dan regresi adalah GNDVI dan indeks vegetasi band B dan NIR (IVBNIR). Data validasi nilai rata-rata kalium pada tanaman nanas sebesar 2,3884% sedangkan kalium hasil model estimasi GNDVI sebesar 2,5269% dan kalium hasil model estimasi IVBNIR sebesar 2,5018%. Model GNDVI memiliki T hitung sebesar -1,007 yang mana nilai t tabel sebesar 2,015 dan nilai signifikan model GNDVI sebesar 0,360. Pengambilan keputusan uji T menunjukkan bahwa t hitung (-1,007) lebih kecil daripada t tabel (2,015) dan nilai signifikan GNDVI (0,360) lebih besar daripada nilai *alpha* ($\alpha=0,05$) yang berarti bahwa hasil estimasi kalium menggunakan model GNDVI dengan nilai kalium pada tanaman nanas tidak berbeda nyata. Model IVBNIR memiliki t hitung sebesar -0,895 dengan nilai t tabel 2,015. Dapat diartikan bahwa nilai t hitung lebih kecil

daripada t tabel. Didukung dengan nilai signifikan sebesar 0,412 lebih besar daripada *alpha* ($\alpha=0,05$) menunjukkan bahwa hasil estimasi kalium dengan model IVBNIR dengan kalium pada tanaman nanas tidak memiliki perbedaan yang nyata.

Validasi model magnesium dengan indeks vegetasi

Vegetasi yang didapatkan dari uji regresi adalah NDVI. NDVI di uji menggunakan uji T berpasangan untuk melihat kemiripan data estimasi. Didapatkan nilai rata-rata kalium pada tanaman nanas sebesar 0,1992% sedangkan magnesium dari hasil model estimasi NDVI sebesar 0,2159. Selanjutnya data validasi dilakukan uji T dua sampel berpasangan untuk mengetahui pengambilan keputusan. NDVI memiliki t hitung (-1,048) lebih kecil dibandingkan dengan nilai t tabel (2,015). Didukung dengan nilai signifikan (0,343) yang lebih besar daripada *alpha* ($\alpha=0,05$). Sehingga dapat dikatakan bahwa hasil estimasi magnesium menggunakan model estimasi NDVI tidak memiliki perbedaan yang nyata dengan hasil magnesium pada tanaman nanas.

Pemilihan model estimasi terbaik untuk menaksir kalium dan magnesium pada tanaman nanas

Pemilihan model estimasi terbaik untuk estimasi unsur hara kalium dan magnesium pada tanaman nanas berdasarkan nilai dari uji T dua sampel berpasangan yang paling baik. Model yang diujikan untuk kalium ada GNDVI dan IVBNIR sedangkan model yang diujikan untuk menaksir magnesium hanya NDVI. Penentuan model terbaik dilakukan dengan melihat pengambilan keputusan uji T dan nilai signifikan masing-masing model.

Model untuk menduga kalium pada tanaman nanas GNDVI dan IVBNIR sama-sama memiliki nilai signifikan lebih kecil dari pada *alpha* ($\alpha=0,05$) dan nilai t hitung lebih kecil daripada t tabel. Sehingga dari kedua model estimasi tersebut bisa digunakan untuk menaksir kandungan unsur hara kalium pada tanaman nanas. Nilai RMSE persamaan GNDVI dalam menduga kandungan unsur hara kalium sebesar 0,1634, sedangkan persamaan IVBNIR dalam menduga kandungan unsur hara kalium memiliki RMSE sebesar 0,1590.

Nilai RMSE menunjukkan bahwa tingkat kesalahan dari persamaan GNDVI lebih besar dibandingkan dengan IVBNIR. Namun, Sims and Gamon (2002) menyebutkan bahwa cahaya biru diserap oleh klorofil akan tetapi penyerapan spektral biru oleh tanaman terjadi tumpang tindih dengan absorbansi karotenoid dan perbedaan antara GNDVI dan IVBNIR terletak pada korelasinya. Uji T dua sampel berpasangan GNDVI dengan kalium pada tanaman nanas memiliki korelasi sebesar $r = -0,642$ sedangkan IVBNIR memiliki nilai korelasi $r = -0,144$.

Data korelasi menunjukkan bahwa GNDVI memiliki korelasi yang lebih kuat dibandingkan dengan IVBNIR. Berdasarkan pengambilan keputusan dan studi literatur, dapat diambil model estimasi kalium terbaik adalah GNDVI. NDVI memiliki korelasi yang lemah dengan kalium pada tanaman nanas sehingga tidak dilakukan uji regresi dan uji T dua sampel berpasangan. Nilai RMSE dari pemodelan ikut mendukung dalam pengambilan keputusan untuk mengetahui eror atau kesalahan dari pemodelan, sehingga didapatkan model estimasi menggunakan indeks vegetasi yang baik dengan meminimalkan tingkat kesalahan.

Model estimasi untuk menduga magnesium pada tanaman nanas NDVI memiliki nilai signifikan lebih kecil dari pada α ($\alpha = 0,05$) dan nilai t hitung lebih kecil daripada t tabel. Nilai RMSE persamaan NDVI untuk menduga kandungan magnesium pada tanaman sebesar 0,0342. Dikarenakan GNDVI dan IVBNIR memiliki korelasi yang lemah dengan magnesium pada tanaman nanas, sehingga GNDVI dan IVBNIR tidak dilakukan uji regresi dan uji T dua sampel berpasangan. Adapun faktor yang mempengaruhi indeks vegetasi adalah (1) kanopi tanaman nanas belum sepenuhnya menutup tanah, (2) bayangan tanaman, (3) masih terdapat *gap* dalam mozaik foto udara sehingga akan mempengaruhi nilai *digital number* pada indeks vegetasi.

Peta sebaran unsur hara kalium dan magnesium

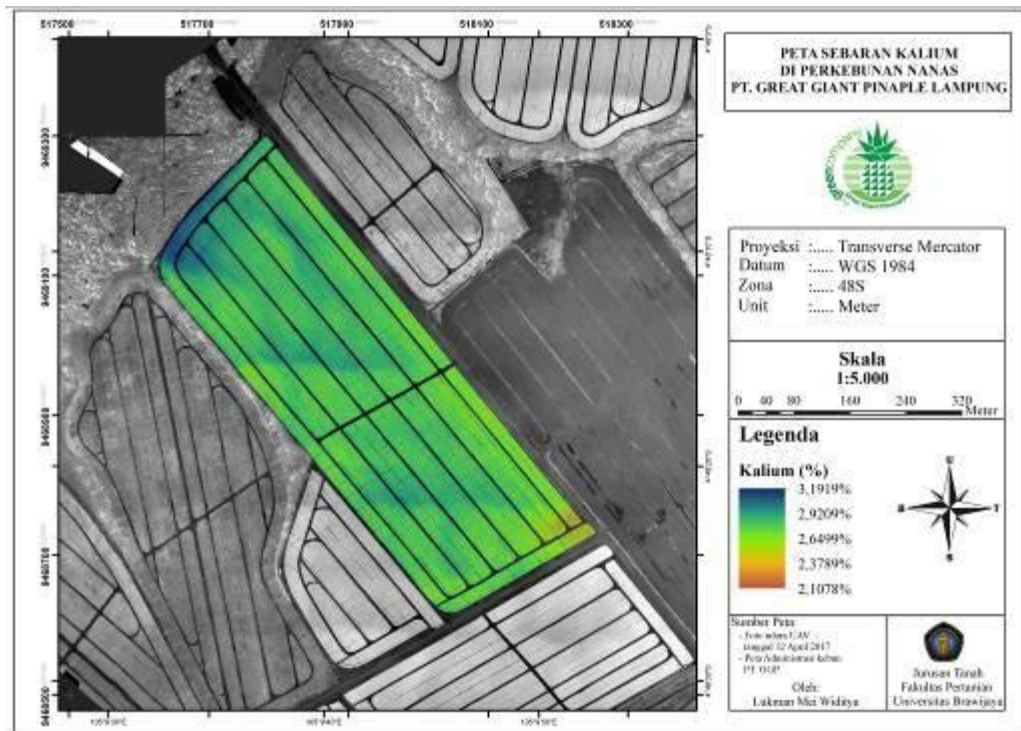
Gambar 7 menunjukkan bahwa sebaran kandungan unsur hara kalium berkisar antara 2,1078%-3,1919%. Melihat sebaran warna pada

peta yang dominan adalah warna hijau. Hal tersebut menunjukkan bahwa kisaran kandungan unsur hara kalium antara 2,6499%-2,9209%. Daerah yang berwarna biru pada peta menunjukkan kandungan kalium berkisar pada angka 3,1919%. Sedangkan daerah yang berwarna kekuningan menandakan kandungan kalium pada tanaman berkisar antara 2,3789%-2,6499%. Sebaran kalium pada Gambar 7 masih belum memenuhi standar kecukupan unsur hara kalium yaitu sebesar 3,4% di dalam tanaman. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa tanaman masih perlu dilakukan pemupukan. Pemupukan yang dilakukan hendaknya memperhatikan kebutuhan kalium pada tanaman dan kalium yang ada di dalam tanah.

Gambar 8 menunjukkan bahwa sebaran magnesium antara 0,1118%-0,3597%. Sebaran magnesium yang dominan pada peta berkisar antara 0,2358%-0,2977%. Daerah yang berwarna merah menunjukkan kandungan magnesium sekitar 0,1118%-0,1738%. Sedangkan daerah yang berwarna hijau menunjukkan kandungan magnesium pada tanaman berkisar antara 0,2977%-0,3597%. Melihat sebaran magnesium pada Gambar 8 perlu dilakukan pemupukan daerah yang ditandai dengan warna kuning-merah. Pemupukan dilakukan sesuai prinsip pertanian presisi yaitu dengan mempertimbangkan kecukupan unsur hara pada tanaman dan unsur hara yang ada di dalam tanah.

Berdasarkan peta estimasi unsur hara tanaman nanas, terdapat perbedaan unsur hara yang terkandung dalam tanaman sehingga berdampak pada pertumbuhan tanaman nanas yang tidak seragam. Peta estimasi unsur hara kalium dan magnesium dapat digunakan dalam menentukan jumlah pemberian pupuk pada tanaman nanas.

Pemberian pupuk lebih efektif dan efisien karena pemberian pupuk didasarkan pada kebutuhan unsur hara tanaman. Tanaman yang membutuhkan unsur hara lebih banyak akan diberikan pupuk dengan jumlah yang lebih banyak. Sedangkan tanaman yang membutuhkan unsur hara lebih sedikit akan diberikan pupuk dengan jumlah lebih sedikit. Pada akhirnya manajemen pemupukan dilakukan dengan prinsip penerapan pertanian presisi.



Gambar 7. Peta sebaran kalium tanaman nanas



Gambar 8. petasebaran magnesium tanaman nanas

Kesimpulan

Penggunaan model estimasi unsur kalium pada tanaman nanas menggunakan foto udara resolusi tinggi UAV Quest Q-200 transformasi indeks vegetasi GNDVI dengan formula $K=3,342-1,501(\text{GNDVI})$ memberikan hubungan dan estimasi yang paling baik dibandingkan dengan IVBNIR dan NDVI. Model ini memiliki nilai RMSE (*Root Mean Square Sistem*) sebesar 0,1634. Sedangkan penggunaan model estimasi unsur magnesium pada tanaman nanas menggunakan foto udara resolusi tinggi UAV Quest Q-200 transformasi indeks vegetasi NDVI dengan formula $\text{Mg}=0,083+0,288(\text{NDVI})$ memberikan hubungan dan persamaan estimasi paling baik dibandingkan dengan GNDVI dan IVBNIR. Model ini memiliki nilai RMSE (*Root Mean Square Sistem*) sebesar 0,0342.

Ucapan Terimakasih

Penelitian ini merupakan bagian dari penelitian yang diselenggarakan oleh PT. Great Giant Pineapple dalam rangka menerapkan sistem pertanian presisi berbasis penginderaan jauh di kalangan perusahaan. Penelitian ini telah dilakukan dengan baik atas kerjasama antara peneliti dengan perusahaan. Terimakasih disampaikan oleh peneliti atas terselenggaranya penelitian dengan judul "Estimasi Kandungan Unsur Hara Kalium dan Magnesium pada Tanaman Nanas (*Ananas comosus* L. Merr) di PT. Great Giant Pineapple".

Daftar Pustaka

- BAPPEDA. 2012. DFAFF Buku Putih Sanitasi. Percepatan Pembangunan Sanitasi Permukiman. Badan Perencanaan Pembangunan Daerah. Lampung Tengah.
- Chemura, A., Onesimo, M. and Timothy, D. 2016. Integrating age in the detection and mapping of incongruous patches in coffee (*Coffea arabica*) plantations using Multi-Temporal Landsat 8 NDVI Anomalies. *International Journal of Applied Earth Observation And Geoinformation* 57: 1–13.
- Gitelson, A., Kaufman, Y. and Merzlyak, M. 1996. Use of a green channel in remote sensing of global vegetation from EOS-MODIS. *Remote Sensing of Environment* 58: 289-298.
- Govaerts, B. and Verhulst, N. 2010. The Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) Greenseeker Handheld Sensor: Toward The Integrated Evaluation Of Crop Management. Part A: Concepts And Case Studies. Mexico.
- Guo, X., Xicun, Z., Cheng, L., Yu, W., Xinyang, Y., Gengxing, Z. and Houxing, S. 2017. Hyperspectral Inversion of potassium content in apple leaves based on vegetation index. *Agricultural Sciences* (8): 825-836.
- Hadiati, S. dan Ni Luh, P. 2008. Petunjuk Teknis Budidaya Nanas. Balai Penelitian Tanaman Buah Tropika. Pusat Penelitian Dan Pengembangan Holtikultura, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Solok, Sumatra Barat.
- Jia, L., Zihui, Y., Fei, L., Martin, G., Wolfgang, K., Georg, B., Yuxin, M., Xinpian, M. and Fusuo, Z. 2012. Nitrogen Status Estimation of Winter Wheat by Using an IKONOS Satellite Image in the North China Plain. *IFIP International Federation for Information Processing 2012. IFIP AICT 369*, Pp. 174–184.
- Kumar, R. and Silva, L. 1972. Light Ray Tracing through a Leaf Cross Section. *LARS Technical Reports. Paper 16*. Purdue University.
- Pramuji dan Bastaman. 2009. Teknik analisis mineral tanah untuk menduga cadangan sumber hara. *Buletin Teknik Pertanian* 14 (2): 80-82.
- Prasetyo, B. dan Suriadikarta, D. 2006. Karakteristik, potensi, dan teknologi pengelolaan tanah Ultisols untuk pengembangan pertanian lahan kering di Indonesia. *Jurnal Litbang Pertanian*: 25 (2).
- Roy, D., Finck, G. and Blair, H. 2006. Plant Nutrition For Food Security: A Guide For Integrated Nutrient Management. *Fertilizer And Plant Nutrition Bulletin*: 16. ISBN 92-5-105490-8. Food And Agriculture Organization. Rome.
- Sims, D. and Gamon, J. 2002. Relationships between leaf pigment content and spectral reflectance across a wide range of species, leaf structures and developmental stages. *Remote Sensing of Environment* (81) 337 – 354.
- Sitompul, S.M. 2015. Nutrisi Tanaman: Diagnosis Defisiensi Nutrisi Tanaman. *Laboratorium Fisiologi Tanaman, Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang*.
- Sugiyono. 2008. Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R & D. Alfabeta. Bandung.
- Susanti, A. 2015. Outlook Nenas. *Pusat Data Dan Sistem Informasi Pertanian. ISSN : 1907-1507. Sekretariat Jenderal Kementerian Pertanian. Jakarta*.