

Pengukuran Klorofil Daun Padi menggunakan indeks tumbuhan spektrum dari imej multispektral

Ang, Y.¹, Nik Norasma, C. Y.², Nor Athirah, R.², Mohd Razi, I.³, Zulkarami, B.³, Fadzilah, M. A.³

¹Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Universiti Putra Malaysia, 43400 Selangor, Malaysia.

²Department of Agriculture Technology, Faculty of Agriculture, Universiti Putra Malaysia, 43400 Selangor, Malaysia

³Institute of Tropical Agriculture and Food Security, Universiti Putra Malaysia, 43400 UPM Serdang

Email: nikanorasma@upm.edu.my; vincentangkhun@gmail.com

Abstrak

Pertanian presis (PA) adalah satu teknik penanaman untuk meningkatkan pengeluaran dan mengurangkan input bagi mengekalkan permintaan makanan di dunia. Kenderaan udara tanpa pemandu (UAV) atau lebih dikenali sebagai dron adalah salah satu alat yang digunakan dalam pemantauan tanaman untuk pertanian presis. Dron atau UAV adalah komponen penting dalam konsep PA untuk pengumpulan imej di lapangan. Kaedah tradisional, seperti penerokaan tanaman atau tinjauan lapangan, tidak berkesan dalam mengenal pasti status nutrien dan keadaan tanaman. Penggunaan teknologi seperti teknologi UAV dalam PA, akan membantu untuk membuat cerapan dan menilai tahap kesihatan tanaman secara cepat dan mudah. Objektif kajian ini adalah mengkaji nilai NDVI dan NDRE yang menggunakan aerial imej dan analisis imej objek (OBIA) serta mengesahkan indeks vegetatif (NDVI dan NDRE) dalam peta padi dengan menggunakan data klorofil dari SPAD meter. Keputusan menunjukkan NDVI ($R^2 = 0.91$) dan NDRE ($R^2 = 0.95$) yang menggunakan aerial imej dan analisis imej objek (OBIA) memberi korelasi linear positif dengan pembacaan SPAD. Hasil daripada projek ini, kami mendapati bahawa UAV berpotensi membantu pemantauan padi di lapangan.

Kata kunci: Pertanian presis, Dron, Kenderaan Udara tanpa pemandu, tanaman padi, penilaian tanaman.

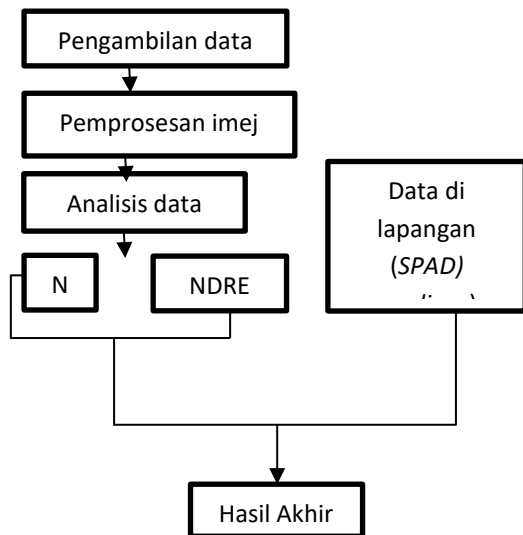
Pengenalan

Pemantauan dan penilaian tanaman merupakan isu yang penting dalam tanaman pertanian. Pemantauan tanaman yang tepat boleh memberi rawatan awal kepada tanaman, akhirnya dapat mengekalkan jumlah pengeluaran hasil pertanian. Selain itu, pemantauan dan penilaian tanaman bergantung pada kaji selidik lapangan berasaskan sampel tanah yang mahal dan tidak cekap dalam pengawasan tanaman. Oleh itu, membangunkan kaedah pemantauan dan penilaian tanaman yang pesat, cekap dan tepat perlu dilakukan untuk mengatasi masalah ini. Teknologi penderiaan jauh (RS) adalah penyelesaian yang berkesan untuk mengkaji kuantiti biomas, indeks keluasan daun (LAI), dan kandungan klorofil (Fu et al., 2014). Dalam pertanian tepat, keadaan tanaman boleh dipantau berdasarkan parameter tanaman. Penderiaan jauh adalah salah satu teknologi yang bercirikan seni dan sains untuk mendapatkan dan menafsirkan maklumat tanpa sentuhan fizikal (Oza et al., 2008). Penderiaan jauh biasanya menggunakan penderia untuk mencapai pemerhatian udara, satelit dan kapal angkasa permukaan dan objek yang disasarkan. Umumnya, imej satelit telah digunakan sebagai sumber utama maklumat untuk menganalisis kesihatan tanaman dalam pertanian. Walau bagaimanapun, penderiaan jarak jauh dan satelit mempunyai kelemahan mereka sendiri. Berbanding dengan platform UAV, UAV boleh dikenalpasti sebagai penyelesaian baru untuk pengurusan dan pemantauan tanaman (Shamshiri et al., 2017). Salah satu cabaran menggunakan satelit adalah isu penutupan awan, yang akan menyebabkan

resolusi imej yang tidak tepat (Valente et al., 2011). Tambahan pula, resolusi imej temporal adalah terbatas disebabkan harga yang mahal untuk memperolehi data tertentu. Kebelakangan ini, banyak indeks spektral telah digunakan untuk menganggarkan status kesihatan tanaman. Indeks yang paling popular ialah *normalized vegetative difference indeks* (NDVI). Imageri dari UAV boleh menggunakan penderia yang pelbagai seperti RGB, multispektral. Ia juga digunakan untuk mengukur kandungan klorofil dan indeks keluasan daun (LAI) (Verger et al., 2014). Sankaran et al. 2015 menggunakan penderia multispektral untuk menilai kadar kelangsungan hidup dan musim bunga gandum dengan menggunakan UAV dan indeks tumbuhan. Oleh itu, adalah penting untuk mengkaji kesihatan tanaman berdasarkan beberapa parameter seperti kandungan klorofil, nitrogen, LAI, biomas menggunakan pelbagai indeks tumbuhan. Dua jenis indeks tumbuhan seperti NDVI dan *Normalized Difference Red Edge* (NDRE) banyak digunakan dalam pemantauan tanaman menggunakan UAV. NDRE adalah indeks yang berasaskan *Red-Edge band* yang mampu menembusi lebih jauh ke kanopi dan daun tanaman daripada cahaya yang kelihatan (terutamanya radiasi biru dan merah) kerana klorofil yang lebih rendah penyerapan di rantau *Red-Edge* (Nguy-Robertson et al, 2012). Objektif kajian ini adalah mengkaji nilai NDVI dan NDRE yang menggunakan aerial imej dan analisis imej objek (OBIA) serta mengesahkan indeks vegetatif (NDVI / NDRE) dalam peta padi dengan menggunakan data klorofil dari SPAD meter.

Kaedah dan bahan

Kajian ini di jalankan di Ladang Merdeka, Ketereh, Kelantan yang terletak di pantai timur. Jumlah keluasan sawah adalah 20 ekar. Variati PadiU Putra dipilih untuk kajian ini. Ia merupakan variati padi yang di cipta oleh penyelidik UPM yang berfokuskan untuk menentang penyakit karah (S1) (UPM, 2016). PadiU Putra di tanam pada 30 Januari 2018.



Rajah 1: Metodologi yang digunakan dalam kajian ini.

Pengambilan data

I. Pengumpulan sampel daun

Bacaan klorofil dari 5 sampel daun telah diambil dengan menggunakan alat SPAD untuk 8 point yang berbeza. 5 sampel tersebut merakam bacaan klorofil. Setiap sampel telah direkodkan dan dipurata untuk mendapatkan hasil yang terbaik.

II. Pemerolehan imej

Bagi pemerolehan imej, kamera RGB dan kamera multispektral (Parrot Sequoia) digunakan dalam penerbangan dron. Sebelum penerbangan, laluan penerbangan perlu di rangka dengan menggunakan perisian Mission Planner (<http://ardupilot.org/planner/index.html>). Parrot Sequoia mampu merakam 4 jenis *wavebands* yang merangkumi band hijau, band merah, band *Red-Edge*, dan *Near Infrared* (NIR). Pengumpulan data dilakukan pada waktu pagi di bawah awan yang jelas dan keadaan kelajuan angin rendah antara 08:30 pagi hingga 12:00 tengahari pada waktu tempatan pada 10 Februari 2018 pada Hari Ke-11 Selepas Penanaman (DAP). Untuk pemprosesan imej, perisian Agisoft Photoscan (<http://www.agisoft.com/>) digunakan. Ia menggunakan algoritma Struktur dari Motion (SfM) untuk membuat mosaik imej.

Jadual 1: Parameter asas untuk multispectral yang di gunakan pada UAV

Sensor	Spektrum bands (nm)	Resolusi (pixels)	Berat (g)
Parrot	530, 640,	1280× 960	107
Sequoia	730, 770		

Pemprosesan imej

Pra-pemprosesan imej mentah dimuat turun dari kad memori SD ke komputer dan ia diproses dengan lebih lanjut dalam perisian Agisoft Photoscan Professional. Imej mosaik akan dihasilkan melalui Agisoft photoscan Professional.

Analisis data

I. Perumusan indeks tumbuhan

Dua jenis indeks tumbuhan telah digunakan untuk memantau keadaan tanaman di sawah. Indeks NDVI dan NDRE dipilih untuk imej multispektral. Kemudian, nilai NDVI dan NDRE akan dianalisis dengan lebih lanjut menggunakan perisian eCognition.

Jadual 2: Indeks tumbuhan yang digunakan dalam kajian ini.

Indeks Tumbuhan	Algorithm formula
NDVI	$(\text{NIR}-\text{RED})/(\text{NIR}+\text{RED})$
NDRE	$(\text{NIR}-\text{RED EDGE})/(\text{NIR}+\text{RED EDGE})$

II. Analisis statistik antara indeks vegetatif (NDVI dan NDRE) dengan bacaan SPAD

Analisis statistik diantara NDVI dan nilai yang diperolehi daripada imej multispektral di analisis menggunakan korelasi dengan sampel daun (nilai klorofil SPAD). Indeks vegetatif telah dikaji dengan regresi linear untuk membandingkan dua indeks vegetatif yang berbeza seperti NDVI dan NDRE dengan nilai klorofil dari alat SPAD. Analisis ini dijalankan dengan menggunakan perisian minitab 17 Perisian Statistik.

Keputusan dan perbincangan

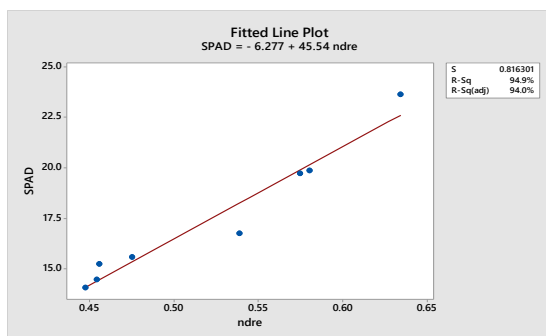
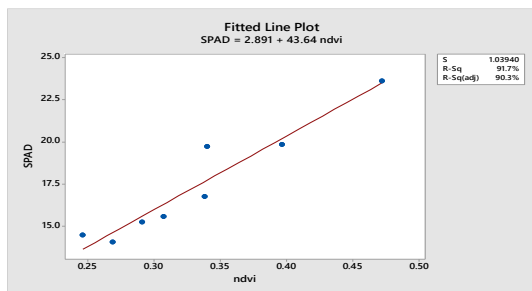
Hubungan Antara indeks tumbuhan (VI) dan bacaan klorofil SPAD

Terdapat korelasi linear positif antara pembacaan NDVI dan SPAD. NDVI menunjukkan korelasi tinggi dengan pembacaan SPAD ($R^2 = 0.91$). Pelbagai kajian telah dijalankan untuk menilai tanaman. Hasil daripadanya, menunjukkan terdapat hubungan linear antara indeks tumbuhan (NDVI) dengan hasil tanaman dan kandungan nutrien. Zhang et al. (2015) mencadangkan bahawa VI seperti NDVI boleh digunakan untuk mengenalpasti

ciri-ciri tanaman padi. Terdapat juga korelasi linear positif antara bacaan NDRE dan SPAD. NDRE menunjukkan korelasi yang tinggi dengan pembacaan SPAD ($R^2 = 0.95$). Ini adalah kerana NDRE adalah indeks yang berasaskan *Red-Edge band* yang mampu menembusi lebih jauh ke kanopi dan daun tanaman daripada cahaya yang kelihatan (terutamanya radiasi biru dan merah) kerana klorofil yang lebih rendah penyerapan di rantau *Red-Edge*. Dalam erti kata lain, sensitiviti penyerapan yang berkaitan dengan kandungan klorofil tanaman jauh lebih tinggi di kawasan *red-edge* (Nguy-Robertson et al, 2012). Kelebihan band *red-edge* adalah ciri pemantulan spektrum yang dicirikan oleh kegelapan di bahagian merah spektrum yang kelihatan, disebabkan oleh penyerapan oleh klorofil, berbeza dengan pemantulan yang tinggi dalam NIR, disebabkan cahaya yang berselerak dari pembiasan di sepanjang antara sel-sel daun dan ruang udara di dalam daun. Oleh itu, jalur *red-edge* boleh digunakan sebagai penanda aras untuk menentukan variasi antara ciri penyerapan dan pemantulan (Shafri et al., 2006).

Jadual 3: Korelasi antara NDVI dan NDRE dengan pembacaan klorofil

Ukuran	Indeks vegetatif	
Bacaan SPAD	NDVI	NDRE
	0.91	0.95



Rajah 2: Hubungan antara pembacaan klorofil SPAD, NDVI dan NDRE

Kesimpulan: NDRE dapat memberikan nilai indeks yang boleh menembusi kanopi dan ia lebih sesuai digunakan untuk pokok matang. Dengan kata lain ia sangat sensitif kepada klorofil dalam daun dan lebih baik jika dibandingkan dengan NDVI.

Penghargaan

Penulis mengucapkan ribuan terima kasih kepada Kementerian Pengajian Tinggi, Malaysia di bawah HICoE, Geran Penyelidikan Transnasional, Universiti Putra Malaysia (No Votes: 5526500) dan UPM GP-IPM (No Votes: 9611400) di atas sokongan kewangan yang diberikan.

Rujukan

- Oza, S.R., S. Panigrahy and J.S. Parihar, 2008. Concurrent use of active and passive microwave remote sensing data for monitoring of rice crop. *Int. J. Applied Earth Obs. Geoinform.*, 10: 296-304. DOI: 10.1016/j.jag.2007.12.002
- Nguy-Robertson, A., Gitelson, A., Peng, Y., Vina, A., Arkebauer, T., Rundquist, D., 2012. Green leaf area index estimation in maize and soybean: combining vegetation indices to achieve maximal sensitivity. *Agron. J.* 104, 1336-1347.
- Sankaran, S., Khot, L.R., Carter, A.H., Espinoza, C.Z., Jarolmasjed, S., Sathuvalli, V.R., Vandemark, G.J., Miklase, P.N., Carter, A.H., Pumphrey, M.O., Knowles, N.R., et al., 2015. Lowaltitude, high resolution aerial imaging system for row and field crop phenotyping: a review. *Eur.J.Agron.* 70, 112-113
- Shamshiri, R., Mahadi, M. R., Ahmad, D., Bejo, S. K., Aziz, A., Ishak, W., Man, H. C. (2017). Controller Design for an Osprey Drone to Support Precision Agriculture Research in Oil Palm Plantations Written for presentation at the 2017 ASABE Annual International Meeting Sponsored by ASABE, (1700014), 2-13.
- Shafri, H.Z.M., Salleh, M.A.M., & Ghiyamat, A., 2006. Hyperspectral remote sensing of vegetation using red edge position techniques. *American Journal of Applied Science*, 3(6), 1864-1871.
- Valente João,sanz David, Barrientos Antonio, Cerro Jaime del, Ribeiro Ángela, Rossi Claudio,(2011). An Air-Ground Wireless sensor Network for Crop Monitoring, sensors 11, 6088-6108
- Verger, A., N., Vigneau, Corentin Chéron, Jean-Marc Gilliot, Alexis Comar, Frédéric Baret, 2014 Green area index from an unmanned aerial system over wheat and rapeseed crops, In *Remote Sensing of Environment*, Volume 152,654-664
- Zhang, G., Xiao, X., Dong, J., Kou, W., Jin, C., Qin, Y., Biradar, C. (2015). Mapping paddy rice planting areas through time series analysis of MODIS land surface temperature and vegetation index data. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 106, 157-171. <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2015.05.011>
- Inovasi Teknologi PadiUPutra. (2016). Retrieved from http://www.upm.edu.my/artikel/inovasi_teknologi_padi_u_putra-33057?L=bn