

Conference Paper

Teknologi Nirs (Near Infrared Reflectance Spectroscopy) Untuk Mendeteksi Kesuburan Tanah Studi Kasus di Provinsi Aceh: Review

Nirs Technology (Near Infrared Reflectance Spectroscopy) for Detecting Soil Fertility Case Study in Aceh Province: Review

Siti Mechram^{1*}, Bambang Rahadi², Zaenal Kusuma³, Soemarno³

¹Department of Agricultural Engineering Faculty of Agriculture, Syiah Kuala University, Banda Aceh City 23111, Indonesia

²Department of Agricultural Engineering, Faculty of Agricultural Technology, Brawijaya University, Malang City 65145, Indonesia

³Department of Land, Faculty of Agriculture, Universitas Brawijaya, Malang City 65145, Indonesia

*Corresponding author:

E-mail: mechram@unsyiah.ac.id

ABSTRAK

Penilaian status kesuburan tanah dapat dilakukan melalui pendekatan uji tanah, masalah utama yang dihadapi di masyarakat adalah sulitnya memprediksi kandungan unsur hara dalam tanah. Dalam beberapa dekade terakhir, para peneliti berusaha untuk mencari metode alternatif yang cepat, inovatif, efektif, ramah lingkungan dan bersifat tidak merusak (non-destructive) untuk memprediksi kadar konsentrasi unsur hara. Salah satu teknologi saat ini yang sedang berkembang pesat dan memiliki potensi dapat digunakan untuk mendeteksi/memprediksi kandungan unsur hara adalah teknologi pantulan infra merah dekat atau near infrared reflectance (NIR). Banyak penelitian telah dilakukan dan dilaporkan terkait dengan penerapan teknologi inframerah jarak dekat, terutama untuk penentuan kesuburan dan kualitas tanah. Dalam paper ini dibahas beberapa review mengenai penelitian yang berada di Provinsi Aceh terkait pengaplikasian Teknologi NIRS untuk mendeteksi kesuburan tanah. Teknik NIR merupakan teknik analisis yang cepat dan tidak merusak sampel bahan yang akan diuji. Informasi tentang bahan kimia berdasarkan dari reaksi biologi setelah diberi radiasi NIR. Sinar Inframerah jarak dekat tersedia pada range panjang gelombang hingga 780 nm hingga 2500 nm atau di atas cahaya tampak. Saat sinar datang dari sumber cahaya A jatuh pada suatu benda biologis, maka akan ada interaksi antara benda dan cahaya. Tempat benda tersebut akan merespon dalam bentuk refleksi, absorpsi dan transmisi. Respon refleksi bisa dalam bentuk pantulan langsung (reflektansi spekulat) yang artinya adalah cahaya dipantulkan kembali oleh objek objek, pantulan semu (reflektansi difus) di mana cahaya terlebih dahulu dan kemudian direfleksikan. Dengan adanya penelitian terkait teknologi NIR ini dapat menyelesaikan masalah terutama terhadap perbaikan dan evaluasi kesuburan tanah dengan cara memprediksi model yang tepat untuk pengukuran kandungan unsur hara pada tanah.

Kata Kunci: Evaluasi, kandungan unsur hara, pendekatan uji tanah

ABSTRACT

Assessment of soil fertility status can be done through a soil test approach, but the main problem is the difficulty of predicting the nutrient content in the soil. This requires laboratory testing and takes several times, while the nutrient

How to cite:

Mechram, S., Rahadi, B., Kusuma, Z., & Soemarno. (2021). Nirs technology (Near infrared reflectance spectroscopy) for detecting soil fertility case study in Aceh Province: Review. *Sains dan Teknologi Pertanian Modern*. NST Proceedings. pages 71-75. doi: 10.11594/nstp.2021.1511

requirements must be known immediately so that plants can grow ideally. In the last few decades, researchers have been trying to find alternative methods that are fast, innovative, effective, environmentally friendly, and non-destructive to predict nutrient concentrations. One of the technologies that are currently developing rapidly and has the potential to be used to detect/predict the nutrient content is near-infrared reflectance (NIR). Many studies have been conducted and reported related to the application of close-range infrastructure technology, especially for speed and soil quality. This paper discusses several reviews of research in Aceh Province related to the application of NIRS Technology to detect soil fertility. The NIR technique is an analytical technique that is fast and does not damage the sample of the material to be tested. Information on chemicals based on biological reactions after exposure to NIR radiation. Near-infrared light is available in the wavelength range up to 780 nm to 2500 nm or above visible light. When a ray coming from a light source A falls on a biological object, there will be an interaction between the object and the light. The object's location will respond in the form of reflection, absorbance and transmission. The reflection response can be in the form of direct reflection (specular reflectance) which means that light is reflected back by objects, pseudo reflection (diffuse reflectance) where light is first and then reflected. This research about NIR technology, it can solve problems, especially regarding the improvement and evaluation of soil fertility by predicting the right model to measure the nutrient content of the soil.

Keywords: Evaluation, nutrient content, soil test

Pendahuluan

Dalam beberapa dekade terakhir, para peneliti berusaha untuk mencari metode alternatif yang cepat, inovatif, efektif, ramah lingkungan dan bersifat tidak merusak (non-destructive) untuk memprediksi kadar konsentrasi unsur hara. Salah satu teknologi saat ini yang sedang berkembang pesat dan memiliki potensi dapat digunakan untuk mendeteksi/memprediksi kandungan unsur hara adalah teknologi pantulan infra merah dekat atau near infrared reflectance (NIR). Keunggulan metode ini antara lain tidak merusak bahan, persiapan sampel yang relatif mudah, tidak memerlukan bahan kimia serta dapat menduga kandungan hara tanah (N,P,K) dan beberapa logam berat secara simultan (Gomes *et al.*, 2008); Yi *et al.*, 2005; Gill *et al.*, Yan *et al.*, 2014).

Teknik NIR merupakan teknik analisis yang cepat dan tidak merusak sampel bahan yang akan diuji. Perbedaan kondisi stimulasi spektroskopi Raman, MIR (Mid Infrared) dan NIR menyebabkan intensitas sinyal berbeda. Spektroskopi NIR mencakup kisaran panjang gelombang yang berdekatan dengan MIR (Mid Infrared) dan dapat mencakup panjang gelombang hingga 4000 – 12.500 cm^{-1} (sinar tampak (visible)). Serapan NIR berdasarkan getaran dan kombinasi getaran dari molekul sampel yang diteliti dan karena peluang transisi yang lebih rendah. Intensitas biasanya berkurang mulai faktor 10 hingga 100 untuk setiap tingkatan ke getaran berikutnya. Spektroskopi NIR membutuhkan perubahan momen dipol, anharmonisitas mekanik yang besar dari atom yang bergetar. Hal tersebut menjadi bukti dari berbagai macam senyawa analisis spektrum NIR, dimana getaran dan kombinasi dari ikatan CH, OH dan NH mendominasi spektrum.

Material dan Metode

Metode yang digunakan dalam proses penelitian ini adalah metode deskriptif kualitatif sedangkan instrumen yang digunakan adalah *self developed* FT-NIR. Instrumen ini meradiasikan gelombang cahaya pada kisaran panjang gelombang antara 1000 sampai 2500 nm dan dikontrol oleh perangkat lunak Thermo operation. Jumlah scanning antara 1 hingga 128 scan dan dengan beberapa karakteristik instrumen adalah :

- Resolusi : 2 – 64 cm^{-1}
- Maksimum Gain : 8 x
- Maksimum iluminasi : 50 W
- Arsip file format : *.SPA, *.JDX, *.SPC dan *.CSV
- Background Spesifikasi : rendah – tinggi dan probe background

Hasil dan Pembahasan

Menurut Fajrina (2018) dan Mislia (2020), beberapa permasalahan yang sering timbul akibat kondisi tersebut adalah pH tanah rendah, rendah unsur hara, KTK ion dalam tanah rendah, fiksasi fosfat tinggi, c organik rendah, masalah erosi sehingga berakibat pada penurunan fungsi lahan. Penerapan teknologi infra merah perlu dilakukan karena dengan adanya teknologi tersebut, masyarakat khususnya dapat mengetahui penentuan dan prediksi unsur hara tanah khusus nya pada lahan pertanian.

Prediksi near infrared reflectance spectroscopy

Prediksi kadar Nitrogen, Fosfor dan Kalium (NPK) Tanah meliputi wilayah Aceh Besar dan Banda Aceh dengan penggunaan lahan yaitu tanah sawah dan ladang. Tahap awal model prediksi dibangun dengan cara meregresikan data spektrum Raw atau tanpa perbaikan spektrum dengan data kadar NPK aktual hasil pengukuran di laboratorium. Panjang gelombang antara 1000 – 2500 nm digunakan untuk mendeteksi lahan sawah dan atau selain land use tersebut. Model regresi yang digunakan untuk menghasilkan spektrum adalah PCR dan PLSR (Devianti dkk, 2019) :

a. Definisi PCR (*Principle Component Regression*)

Principle Component Regression atau yang biasa disebut PCR merupakan salah satu metode yang digunakan untuk mengatasi masalah multivariat kolinieritas yang sering muncul dalam analisis multivariate (Myers & Myers, 1990). PCR berfungsi sebagai teknik pengurangan jumlah data multivariat ketika muncul korelasi antar data/variabel. Keuntungan dari jenis regresi ini adalah berkurangnya jumlah variabel prediktor yang digunakan untuk kalibrasi daripada jumlah variabel asalnya (Colin & Cameron, 2010). Prinsip PCA digunakan mencari komponen utama yang merupakan kombinasi linear dari peubah asli komponen utama tersebut yang dipilih sedemikian rupa sehingga komponen utama memiliki variasi terbesar (Brereton, 2020).

b. Definisi PLSR (*Partial Least Square Regression*)

Metode ini digunakan untuk kalibrasi jika antara variabel dependen (y) dan respon (x) memiliki noise dan dapat diterapkan jika jumlah pengamatan lebih kecil dibandingkan data dari panjang gelombangnya. PLSR dan PCR memampatkan data sebelum melakukan regresi, algoritma PLSR mengintegrasikan antara proses kompresi dan regresi.

Beberapa langkah yang diterapkan dalam prediksi menggunakan NIRS yaitu

a. Akuisisi Spektrum Inframerah untuk sampel tanah

Dalam tahap ini metode akuisisi spektrum yaitu MDS (*Method development sampling*) digunakan untuk kalibrasi background yang dilakukan tiap jam. Rentang panjang gelombang adalah 1000 hingga 2500 nm dengan interval sekitar 2 nm.

b. Pengukuran Kadar Unsur Hara Aktual

Sampel tanah setelah proses akuisisi kemudian dianalisa ke laboratorium untuk pengukuran dan proses analisa kandungan unsur hara. Dari proses ini didapatkan kandungan N, P dan K aktual yang diukur menggunakan standart dari laboratorium

c. Proses Koreksi Spektrum

Sebelum digunakan untuk analisis data / untuk membangun model prediksi lebih lanjut, spektrum data infra merah jarak dekat (untuk semua sampel tanah) dikoreksi dan ditingkatkan dengan menghilangkan berbagai jenis data spectrum "Noise" pada spektrum sampel tanah agar hasil prediksi lebih akurat [11] metode yang digunakan dalam koreksi spektrum adalah: *Baseline Shift Correction* (BSC) dan *Peak Normalization* (PN).

d. Model Prediksi Kadar Unsur Hara Makro (N, P dan K)

Kandungan unsur hara dalam sampel tanah diprediksi berdasarkan data spektrum NIR (mentah dan sudah dikoreksi) melalui proses kalibrasi model (pembangunan model) dan diikuti dengan validasi silang. Model prediksi dibangun dengan meregresi data spektrum

sebagai variabel X dengan unsur hara dan data aktual sebagai variabel Y yaitu dari hasil pengukuran di laboratorium. Metode kalibrasi yang digunakan pada tahap ini adalah *Principal Component Regression* (PCR) dan *Partial Least Square Regression* (PLSR).

Berdasarkan hasil dari penelitian yang dilakukan oleh Devianti dkk (2019), didapatkan kesimpulan bahwa teknologi NIR mampu dijadikan sebagai metode alternatif untuk memprediksi kadar N, P dan K pada lahan pertanian. Hal ini didapatkan dari hasil prediksi dengan menggunakan bantuan metode PCR dan PLSR, prediksi unsur hara K dengan menggunakan metode PCR dan PLSR menghasilkan koefisien korelasi sebesar 0,95 dan error prediksi sebesar 0,06, akan tetapi jika dibandingkan antara dua metode prediksi tersebut PLSR dinilai lebih baik karena variabel yang dilibatkan sejumlah 5 laten variabel atau disebut LV. Jika PCR memerlukan nilai LV yang lebih banyak yaitu sekitar 7 laten variabel atau PC. Hal ini setara dengan pernyataan yang diungkapkan oleh Cozzolino *et al.* (2011), Mouazen *et al.* (2010). Selain itu metode PLSR juga melibatkan variabel y yaitu kadar N, P dan K dalam proses kalibrasi sedangkan PCR hanya melibatkan 1 variabel yaitu x dimana x adalah data spektrum IR pada proses ekstraksi data menjadi variabel laten.

Penelitian mengenai nirs

Dalam dunia modern, Teknologi penerapan NIR sangat bergantung dengan komputer (dan mikroprosesor khususnya), tidak hanya karena kemampuannya untuk mengontrol dan memperoleh data dari suatu instrumen tetapi juga untuk memfasilitasi kalibrasi dan analisis data. Kubelka dan Munk (1931) membuat penelitian mengenai pengukuran NIR dalam padatan. Hotelling (1933) menulis makalah mengenai PCA (analisis komponen utama) dan Mahalanobis merumuskan pendekatan matematika untuk merepresentasikan pengelompokan dan pemisahan data dalam ruang multidimensi. Di Jerman, Pier Instrument memproduksi sensor dua filter berbasis tabung elektronik. Pada tahun 1970, Infrared Engineering (di Inggris) dan Anacon (Amerika Serikat), keduanya menggunakan elektronik berbasis integrated circuit (IC), telah memasuki pasar dan disusul kemudian oleh Moisture Systems Corporation (Amerika Serikat). Instrumentasi online sekarang digunakan untuk pengukuran berkelanjutan dan kontrol proses pada berbagai aplikasi termasuk bahan kimia, farmasi, tembakau, makanan, minuman, dan produk berbasis web (Ben-gera & Norris, 1968).

Kesimpulan

Kesimpulan dari hasil review beberapa penelitian adalah Teknologi NIRS merupakan teknologi yang cepat, murah dan ramah lingkungan dengan keakuratan sama dengan bahan pengujian yang dijadikan sebagai acuan. Selain itu teknologi ini sangat fleksibel dan efisien karena dalam satu pengujian bisa bersamaan dengan beberapa sampel. Di lain itu ada beberapa kekurangan dari Teknologi NIRS terutama dalam prediksi kandungan dan kualitas tanah yaitu membutuhkan proses akurasi dan presisi dalam proses analisisnya akan tetapi hal ini dapat diantisipasi dengan data aktual dari analisa laboratorium. Diharapkan dengan adanya review dari hasil penelitian teknologi inframerah atau NIRS ini dapat berkembang tidak hanya untuk proses uji kualitas dan kandungan unsur hara sehingga dapat menghasilkan cara terbaru dan pengembangan instrumen baru.

Daftar Pustaka

- Ben-Gera, I., & Norris, K. H. (1968). Direct spectrophotometric determination of fat and moisture in meat products *J. Food Sci.*, 33 64-7
- Brereton, R. G. (2000). *Introduction to multivariate calibration in analytical chemistry* Electronic Supplementary Information available. *Analyst.*, 125, 2125-54
- Colin, M. A., & Cameron, D. L. (2010). *Robust inference with clustered data* (Working paper)
- Cozzolino, D., Cynkar, W. U., Shah, N., & Smith, P. (2011). Multivariate data analysis applied to spectroscopy: Potential application to juice and fruit quality. *Food Res. Int.*, 44, 1888-96

- Devianti, D., Sufardi, S., Zulfahrizal, Z., & Munawar, A. A. (2019). Near infrared reflectance spectroscopy: prediksi cepat dan simultan kadar unsur hara makro pada tanah pertanian. *Agritech*, 39, 12–9
- Fajrina, C. (2018). Kajian fraksi Fe DAN Al humus pada beberapa jenis tanah di lahan kering aceh besar. ETD unsyiah. *Skripsi. Fakultas Pertanian / Ilmu Tanah (S1) / PDDIKTI : 54294*
- Gill, M. K., Asefa, T., Kemblowski, M. W., & McKee, M. (2006). Soil moisture prediction using support vector machines 1. *JAWRA J. Am. Water Resour. Assoc.*, 42, 1033–46
- Gomez C, Rossel, R. A. V., & McBratney, A. B. (2008). Soil organic carbon prediction by hyperspectral remote sensing and field vis-NIR spectroscopy: An Australian case study. *Geoderma*, 146, 403–11
- Hotelling, H. (1933). Analysis of a complex of statistical variables into principal components. *J. Educ. Psychol.*, 24, 417
- Kubelka, P., & Munk, F. (1931). An Article on Optics of Paint Layers (engl. Übersetzung) *Z. Tech. Phys.*, 12, 593–601
- Misliha, M. (2020). Pertumbuhan dan hasil kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) pada tiga ordo tanah di lahan kering aceh besar setelah aplikasi amelioran. *ETD Unsyiah*
- Mouazen, A. M., Kuang, B., De Baerdemaeker, J., & Ramon, H. (2010). Comparison among principal component, partial least squares and back propagation neural network analyses for accuracy of measurement of selected soil properties with visible and near infrared spectroscopy. *Geoderma*, 158, 23–31
- Myers, R. H., & Myers, R. H. (1990). *Classical and modern regression with applications* vol 2 (Duxbury press Belmont, CA)
- Yan, J., Han, X. Z., Ji, Z. J., Li, Y., Wang, E. T., Xie, Z. H., & Chen, W. F. (2014). Abundance and diversity of soybean-nodulating rhizobia in black soil are impacted by land use and crop management *Appl. Environ. Microbiol.*, 80, 5394–402
- Yi, K, Wu, Z., Zhou, J., Du, L., Guo, L., Wu, Y., & Wu, P. (2005). OsPTF1, a novel transcription factor involved in tolerance to phosphate starvation in rice. *Plant Physiol.*, 138, 2087–96