Study Hybrid Teknologi Laser – Near Infrared Spectroscopy Untuk Identifikasi Unsur Hara Pada Lahan Gambut

Hybrid Study of Laser Technology - Near Infrared Spectroscopy for Identification of Nutrients in Peatlands

Endamin¹, Ichwana¹, Agus Arip Munawar^{1*}

¹Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Syiah Kuala

*Corresponding author: aamunawar@unsyiah.ac.id

Abstrak. Lahan gambut terbentuk dari akumulasi sisa-sisa vegetasi yang sudah mengalami humifikasi tetapi belum mengalami mineralisasi. Berdasarkan data Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian (2011), lahan gambut di Aceh memiliki luas 216.000 Ha yang tersebar di beberapa kabupaten, salah satunya adalah Kabupaten Aceh Barat. Kondisi lahan gambut di Provinsi Aceh belum dimanfaatkan secara maksimal. Hal ini dikarenakan tidak adanya pengetahuan dan penanganan yang tepat terhadap pengelolaan lahan gambut agar tanaman dapat tumbuh dengan optimal. Semakin berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi, informasi tentang kandungan unsur hara pada lahan gambut dapat diketahui dengan cepat. Salah satunya adalah pemanfaatan teknologi NDT (*Non Destructive Test*) yang pengujiannya dapat dilakukan tanpa harus merusak media ataupun objek yang ingin diketahui kandungan unsur haranya. Pengujian dengan NIRS (*Near Infrared Reflectance Spectroscopy*) merupakan salah satu metode non-destruktif seperti LPAS (*Laser Photo Acoustic Spectroscopy*) yang dapat digunakan untuk menganalisis dalam berbagai bidang, termasuk unsur hara tanah. Penggunaan *laser* sebagai sumber pencahayaan berfungsi untuk dapat menembus bahan dengan ketebalan lebih dari 1 cm. Spektrum transmisi *laser* diakuisisi dengan metode *Partial Least Square* (PLS). Metode ini menjadi alternatif dalam menganalisis unsur C-Organik, Nitrogen (N) dan Kalium (K) dari segi parameter kimia dalam lahan gambut tersebut sehingga unsur haranya dapat dideteksi dengan cepat dan tepat. Spektrum *laser* He-Ne untuk tanah didapatkan dengan menggunakan instrumen *self developed infrared spectroscopy* (FT-NIRS) dengan konfigurasi alur kerja alat (*workflow*) dibangun dengan menggunakan *self modified Thermo Integration®*. Spektrum transmisi *laser* He-Ne diakuisisi dengan metode *pulsed excitation* dengan *wavenumber* 5000 – 11000 cm⁻¹. Koreksi dan perbaikan spektrum dilakukan dengan tujuan untuk menghilangkan *noise* pada spektrum akibat interferensi dan *scattering photon*, serta pengaruh *over-heat*. Metode yang digunakan adalah *Deresolve* dan *Multiplicative Scatter Correction* (MSC).

Kata Kunci : *Non Destruktif Test (NDT), Near Infra Red Spectroscopy, Laser, Tanah Gambut*

Abstract. Peatlands are formed from accumulated remnants of vegetation that have undergone humification but have not experienced mineralization. Based on data from the Center for Agricultural Land Research and Development (2011), peat land in Aceh has an area of 216,000 hectares spread across several districts, one of which is West Aceh District. The condition of peatlands in Aceh Province has not been fully utilized. This is because there is no knowledge and proper handling of peatland management so that the plants can grow optimally. As science and technology develops, information about nutrient content in peatlands can be identified quickly. One of them is the use of NDT (*Non Destructive Test*) technology, which tests can be carried out without having to damage the media or objects that want to know the elemental content. Testing with NIRS (*Near Infrared Reflectance Spectroscopy*) is one of the non-destructive methods such as LPAS (*Laser Photo Acoustic Spectroscopy*) which can be used to analyze in various fields, such as soil nutrients. The use of lasers as a source of lighting functions to be able to penetrate materials with a thickness of more than 1 cm. The laser transmission spectrum was acquired by the Partial Least Square (PLS) method. This method is an alternative in analyzing C-Organic, Nitrogen (N) and Potassium (K) elements in terms of chemical parameters in the peat so that the elements can be detected quickly and precisely. The He-Ne laser spectrum for soil is obtained using the self developed infrared spectroscopy (FT-NIRS) instrument with workflow configurations built using self-modified Thermo Integration®. The He-Ne laser transmission spectrum was acquired by the pulsed excitation method with a wavenumber of 5000 - 11000 cm⁻¹. Spectrum correction and repairs are carried out with the aim of eliminating noise in the spectrum due to photon interference and scattering, and the effect of overheating. The method used is *Deresolve* and *Multiplicative Scatter Correction* (MSC).

Keywords : *Non Destruktif Test (NDT), Near Infra Red Spectroscopy, Laser, Peatlands*

PENDAHULUAN

Lahan gambut terbentuk dari akumulasi sisa-sisa vegetasi yang sudah mengalami humifikasi tetapi belum mengalami mineralisasi. Berdasarkan data Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian (2011), lahan gambut di Aceh memiliki luas 216.000 Ha yang tersebar di beberapa kabupaten, salah satunya adalah Kabupaten Aceh Barat. Kondisi lahan gambut di Provinsi Aceh belum dimanfaatkan secara maksimal. Hal ini dikarenakan tidak adanya pengetahuan dan penanganan yang tepat terhadap pengelolaan lahan gambut agar tanaman dapat tumbuh dengan optimal. Semakin berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi, informasi tentang kandungan unsur hara pada lahan gambut dapat diketahui dengan cepat. Salah satunya adalah pemanfaatan teknologi NDT (*Non Destructive Test*) yang pengujiannya dapat dilakukan tanpa harus merusak media ataupun objek yang ingin diketahui kandungan unsur haranya

Pengujian dengan NIRS (*Near Infrared Reflectance Spectroscopy*) merupakan salah satu metode non-destruktif seperti LPAS (*Laser Photo Acoustic Spectroscopy*) yang dapat digunakan untuk menganalisis dalam berbagai bidang, termasuk unsur hara tanah. Keunggulan aplikasi NIRS adalah tidak memerlukan bahan kimia, tidak menyentuh bahan, proses deteksi cepat dan saat ini banyak diterapkan di bidang pertanian. Penggunaan *laser* sebagai sumber pencahayaan dapat menembus bahan dengan ketebalan lebih dari 1 cm. Sementara itu metode NIRS memiliki kekurangan di bidang jangkauan gelombang elektromagnetik hanya menembus ketebalan bahan 1 cm dan tidak dapat digunakan pada bahan-bahan yang memiliki ketebalan lebih dari 1 cm. Sehingga dengan metode ini menjadi salah satu alternatif untuk menguji unsur hara tanpa melalui uji laboratorium.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Lokasi Penelitian berada di Laboratorium Instrumentasi dan Energi, Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh, yang akan dilaksanakan pada bulan April 2019.

Alat dan Bahan

Peralatan utama yang digunakan adalah *laser* He-Ne, Infra Red, Dioda, Kapasitor, Resistor, Sensor *Piezoelectric*, Mikrokontroler, *unscrambler software® X version 10.1*, buret mikro, *stopwatch*, bor gambut dan GPS. Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah tanah dari lahan gambut dengan 15 sampel yang diambil dari titik dari Kecamatan Johan Pahlawan Kabupaten Aceh Barat.

Metode Pelaksanaan

1. Pengambilan Sampel Tanah

Tanah diambil dari lahan gambut dengan berdasarkan titik koordinat yang sudah ditentukan. Pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan bor gambut. Setiap titik sampel diambil contoh tanah dengan kedalaman 50 cm dengan berat sampel tanah 1 Kg dari setiap titik. Sampel tanah dimasukkan ke dalam wadah kantong yang telah diberi label kemudian tanah dianalisis spektrumnya dan selanjutnya dibawa ke laboratorium untuk diuji.

2. Akuisisi Spektrum *Hybrid Laser He-Ne – Near Infrared Spectroscopy* untuk Tanah Gambut

Spektrum *laser* He-Ne untuk tanah didapatkan dengan menggunakan instrumen *self developed infrared spectroscopy* (FT-NIRS) dengan konfigurasi alur kerja alat (*workflow*) dibangun dengan menggunakan *self modified Thermo Integration®*. Spektrum transmisi *laser* He-Ne diakuisisi dengan metode *pulsed excitation* dengan *wavenumber* 5000 – 11000 cm^{-1} . File spektrum disimpan dalam bentuk file *.jdx dan *.csv untuk dianalisis lebih lanjut.

3. Uji Laboratorium

Pengukuran C-Organik tanah, Nitrogen (N) dan Kalium (K) dilakukan di Laboratorium Kimia Tanah, Program Studi Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh.

4. Analisa Data Spektrum *Hybrid Laser* He-Ne – *Near Infrared Spectroscopy* Tanah dari Lahan Gambut

Data spektrum awal diinspeksi dengan memproyeksikan data spektrum dengan metode *Partial Least Square* (PLS). Metode *Hotelling T² ellipse* kemudian diterapkan pada data spektrum hasil proyeksi PLS. Jika ada data di luar ellipse, maka data tersebut ditandai sebagai *outlier* dan di-*remove*.

5. Koreksi dan Perbaikan Data Spektrum

Analisa ini dilakukan dengan tujuan untuk menghilangkan *noise* pada spektrum akibat interferensi dan *scattering photon*, serta pengaruh *over-heat*. Metode yang digunakan adalah *Deresolve* dan *Multiplicative Scatter Correction* (MSC).

6. Validasi dan Evaluasi Model

Evaluasi keakuratan dan kehandalan model dievaluasi dengan melihat parameter statistik yang meliputi; koefisien korelasi (r), *root mean square error* (RMSE), *residual predictive deviation index* (RPD), dan jumlah *latent variable* (LV). Hasil C-Organik, Nitrogen (N) dan Kalium (K) hasil prediksi kemudian dibandingkan dengan hasil pengukuran standar di laboratorium dan model terbaik dipilih berdasarkan akurasi dan kehandalannya. Parameter statistika yang digunakan untuk mengevaluasi model yang dihasilkan adalah nilai *error* (SEC), koefisien korelasi (r), koefisien determinasi (R^2), dan RPD.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Deskripsi Wilayah Pengambilan Sampel Tanah Gambut

Sampel tanah yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanah gambut yang diambil dari Kecamatan Johan Pahlawan Kabupaten Aceh Barat dengan lokasi titik pengambilan sampel dari lokasi yang berbeda pada beberapa gampong di Kecamatan Johan Pahlawan. Titik pengambilan sampel terletak pada koordinat 04°18'09,0" N dan 096°12'41,8" E dengan batas wilayah yakni sebelah Barat berbatasan dengan Kecamatan Sama Tiga, sebelah Timur berbatasan dengan Kecamatan Meureubo, sebelah Utara berbatasan dengan Kecamatan Kaway XVI dan sebelah Selatan berbatasan langsung dengan Samudera Hindia.

Deteksi Unsur Hara pada Tanah Gambut Menggunakan *Hybrid Laser* – NIRS

1. Akuisisi Spektrum *Hybrid Laser*-NIRS untuk Deteksi Unsur Hara pada Tanah Gambut

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, diketahui bahwa sampel tanah yang dikenai radiasi sinar laser dengan *wavenumber* 5000 – 11000 cm^{-1} akan menerima energi dari cahaya *laser* yang memicu terjadinya getaran dan regangan pada kelompok ikatan molekul atom-atom seperti O-H, N-H, dan C-H. Saat radiasi mengenai sampel maka akan terjadi tiga fenomena radiasi yaitu diserap (*absorbed*), ditransmisikan (*transmitted*) dan dipantulkan (*reflected*).

2. Spektrum *Raw* dan Spektrum Koreksi

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, akuisisi spektrum menghasilkan data mentah (*raw data*), dengan spektrum *raw* yang merupakan spektrum dengan gangguan (*noise*) yang tinggi.

Gambar 1. Bentuk Spektrum Data Mentah (*Raw Data*) Tanah Gambut

Gambar 1 merupakan gambar spektrum data mentah (*raw data*) yang dihasilkan saat pengukuran data menggunakan *hybrid laser* dengan *Near Infrared Spectroscopy* yang hasilnya spektrum tidak rapat dan kasar. Dari hasil spektrum tersebut perlu dilakukan koreksi atau perbaikan (*pretreatment*) spektrum. Koreksi spektrum bertujuan untuk menghilangkan “*noise*” pada spektrum sampel tanah gambut agar kumpulan spektrum yang dihasilkan menjadi lebih halus dan lebih rapat sehingga hasil prediksi unsur hara lebih akurat.

Gambar 2. Pola Spektrum Tanah Gambut Setelah Dikoreksi Menggunakan Metode *Deresolve*

Gambar 3. Pola Spektrum Tanah Gambut Setelah Dikoreksi Menggunakan Metode MSC

Fungsi metode koreksi spektrum adalah untuk menghilangkan *trend nonlinear* dalam data *spectroscopy*. Hal ini dilakukan untuk mengurangi interferensi gangguan (*noise*) pada gelombang, sehingga dapat dilihat pada Gambar 2 dan Gambar 3 spektrum menjadi lebih halus dan rapat. Pola spektrum tanah gambut yang dihasilkan pada Gambar 5 dan Gambar 6 belum dapat memberikan informasi nilai atau kadar dari parameter C-Organik, Nitrogen (N) dan Kalium (K) dari gambut yang diprediksi. Informasi mengenai nilai atau kadar C-Organik, Nitrogen (N) dan Kalium (K) didapatkan dengan membangun model prediksi.

3. Pembangunan Model Prediksi

Sampel tanah yang telah dilakukan akuisisi spektrum dan telah dilakukan perbaikan spektrum, kemudian diolah dengan pembangunan model prediksi. Model prediksi dibangun dengan meregresikan antara spektrum *hybrid laser* dengan NIRS (variabel X) dengan data aktual dari hasil uji laboratorium (variabel Y). Metode regresi yang digunakan untuk membangun model prediksi adalah dengan metode *Partial Least Square* (PLS). Tujuan dilakukan pembangunan model prediksi ini adalah untuk mengetahui keakuratan dan kehandalan model prediksi yang dibangun berdasarkan parameter statistika dan prediksi.

Berdasarkan pembangunan model prediksi dengan menggunakan metode *Partial Least Square* (PLS) didapatkan nilai prediksi kandungan C-Organik, Nitrogen (N) dan Kalium (K) di dalam tanah gambut. Nilai hasil prediksi dapat dilihat pada masing-masing plot data setiap parameter.

4. Hasil Prediksi C-Organik, Nitrogen (N) dan Kalium (K) Data Mentah (*Raw Data*), *Deresolve* dan MSC

Berdasarkan penelitian yang dilakukan prediksi kadar C-organik, Nitrogen (N) dan Kalium (K) dengan menggunakan data mentah (*raw data*) bertujuan untuk mengetahui tingkat *error* dari parameter statistika data mentah yang dihasilkan dari akuisisi spektrum. Hasil prediksi C-organik, Nitrogen (N) dan Kalium (K) dari data mentah tersebut diperbaiki menggunakan metode koreksi spektrum *Deresolve* dan MSC. Perbaikan spektrum ini bertujuan untuk membandingkan hasil prediksi *raw data* dan hasil prediksi dengan menggunakan metode perbaikan spektrum *Deresolve* dan MSC sehingga dapat diperoleh data yang lebih baik dan lebih akurat.

Gambar 4. Hasil Prediksi Data Mentah (*Raw Data*) Kadar C-Organik Tanah Gambut

Gambar 5. Hasil Prediksi Data Mentah (*Raw Data*) Kadar N-Total Tanah Gambut

Gambar 6. Hasil Prediksi Data Mentah (*Raw Data*) Kadar Kalium (K) Tanah Gambut

Gambar 7. Hasil Prediksi Kadar C-Organik Tanah Gambut Setelah Dikoreksi dengan *Deresolve*

Gambar 8. Hasil Prediksi Kadar N-Total Tanah Gambut Setelah Dikoreksi dengan *Deresolve*

Gambar 9. Hasil Prediksi Kadar Kalium (K) Tanah Gambut Setelah Dikoreksi dengan *Deresolve*

Gambar 10. Hasil Prediksi Kadar C-Organik Tanah Gambut Setelah Dikoreksi dengan MSC

Gambar 11. Hasil Prediksi Kadar Nitrogen (N) Tanah Gambut Setelah Dikoreksi dengan MSC

Gambar 12. Hasil Prediksi Kadar Kalium (K) Tanah Gambut Setelah Dikoreksi dengan MSC

Lebih jelasnya hasil parameter statistika dari masing-masing metode koreksi spektrum disajikan pada Tabel 1, Tabel 2 dan Tabel 2.

Tabel 1. Parameter statistika dari ketiga prediksi kadar C-organik

Metode Prediksi	r	R ²	RMSEC	RPD	Selisih
Data Mentah (<i>Raw Data</i>)	0,95	0,9	0,925	3,35	
<i>Deresolve</i>	0,94	0,89	0,988	3,13	0,22
<i>Multiply Scatter Correction</i> (MSC)	0,96	0,93	0,742	4,17	1,04

Tabel 2. Parameter statistika dari ketiga prediksi kadar Nitrogen (N)

Metode Prediksi	r	R ²	RMSEC	RPD	Selisih
Data Mentah (<i>Raw Data</i>)	0,75	0,57	0,103	1,6	
<i>Deresolve</i>	0,76	0,57	0,103	1,6	0
<i>Multiply Scatter Correction</i> (MSC)	0,81	0,66	0,093	1,78	0,18

Tabel 3. Parameter statistika dari ketiga prediksi kadar Kalium (K)

Metode Prediksi	r	R ²	RMSEC	RPD	Selisih
Data Mentah (<i>Raw Data</i>)	0,85	0,73	0,053	2,02	
<i>Deresolve</i>	0,84	0,72	0,054	1,98	0,04
<i>Multiply Scatter Correction</i> (MSC)	0,84	0,71	0,055	1,94	0,04

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan data hasil penelitian dan pembahasan untuk ketiga parameter tanah gambut maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. *Hybrid laser* – NIRS dapat digunakan untuk mendeteksi kadar unsur hara pada tanah gambut di Kabupaten Aceh Barat dibuktikan dari nilai RPD data mentah (*rawa data*) pada masing-masing parameter sebelum dikoreksi dikategorikan ada yang *very good mode performance* karena *Ratio of Performance to Deviation* (RPD) > 2,5 sedangkan setelah dikoreksi dengan metode *Deresolve* dan MSC nilai RPD meningkat menjadi lebih > 3 untuk C-Organik.
2. Metode koreksi spektrum *Multiply Scatter Correction* (MSC) memprediksi kandungan C-organik, Nitrogen (N) dan Kalium (K) lebih baik dibandingkan dengan metode *Deresolve* dibuktikan dengan hasil nilai korelasi (r), koefisien determinasi (R²) dan RPD yang lebih tinggi pada prediksi kandungan C-organik yakni 0,96; 0,93 dan 4,17 serta RMSEC yang rendah yaitu 0,742 sedangkan metode koreksi *Deresolve* memiliki nilai korelasi (r), koefisien determinasi (R²) dan RPD yaitu 0,94; 0,89 dan 3,13 serta RMSEC yang masih besar yaitu 0,988..

Saran

Sebaiknya dilakukan penelitian lanjutan dengan parameter yang lebih banyak lagi seperti fosfor (P), pH dan salinitas agar *hybrid laser* – NIRS dapat mendeteksi parameter-parameter yang lain yang ada di didalam tanah gambut. Penelitian lanjutan juga bisa dilakukan dengan memperbanyak jumlah sampel agar validasi hasil menjadi lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Lahan Pertanian. 2011. Sumber Daya Gambut di Indonesia. Kemnterian Pertanian Badan Litbang Pertanian, Bogor.
- Munawar, A.A. 2008. Non-destructive inner quality prediction in intact mangos with NIRS method. Tesis. George-August University, Goettingen.
- Nicolai, B.M., K. Beullens., E. Bobelyn., Peirs, A., W. Seays., K.I. Thero., and J. Lamertyn. 2007. Nondestructive measurement of fruit and vegetable quality by means of NIRS spectroscopy: a review. *Postharvest Biolology and Tecnology*, 46: 99-118.