**Prediksi Kadar Salinitas, pH dan C-Organik Tanah Menggunakan Near Infrared
Kecamatan Baitussalam Kabupaten Aceh Besar**
(*Prediction of Salinity, pH and C-Organic Soils Level Using Near Infrared
in Baitussalam Regency, Aceh Besar Regency*)

Riska Nurul Saputri¹, Ichwana¹, Agus Arip Munawar^{1*}

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

*Corresponding author: aamunawar@unsyiah.ac.id

Abstrak. Akuisisi spektrum *Near Infrared Reflectance Spectroscopy* (NIRS) terkait kualitas dan kondisi tanah telah banyak dilakukan dalam berbagai penelitian. Pada penelitian ini menggunakan model prediksi *Partileal Least Squares* (PLS) dengan metode koreksi spektrum *Mean Normalization* (MN), *Savitzky-Golay Smoothing*, dan kombinasi *Mean Normalization* (MN) dan *Savitzky-Golay Smoothing*. Sampel tanah yang digunakan berasal dari Kecamatan Baitussalam Kabupaten Aceh Besar karena dianggap sesuai untuk prediksi kadar salinitas, pH dan C-Organik tanah. Hasil dari penelitian menunjukkan adanya korelasi antara prediksi *Near Infrared Reflectance Spectroscopy* (NIRS) dengan hasil aktual laboratorium setelah dilakukan pembangunan model prediksi *Partileal Least Square* (PLS) dan dievaluasi dengan parameter statistika; penggunaan *pretreatment Mean Normalization* (MN) merupakan metode terbaik atau pilihan, dimana dapat meningkatkan keakuratan hasil prediksi kadar salinitas, pH dan C-Organik tanah.

Kata kunci : NIRS, Metode Non-Destruktif, Tanah, Kesuburan Tanah, Salinitas.

Abstract. Near Infrared Reflectance Spectroscopy (NIRS) spectrum acquisition related to soil quality and condition has been carried out in various studies. This study used prediction model *Partileal Least Squares* (PLS) with the spectrum correction methods used are *Mean Normalization* (MN), *Savitzky-Golay Smoothing*, and *Combination of Mean Normalization* (MN) and *Savitzky-Golay Smoothing*. The soil samples used were from Baitussalam regency, Aceh Besar regency because they were considered suitable for the prediction of salinity, pH and C-Organic soils. The results of this study showed a correlation between the prediction of Near Infrared Reflectance Spectroscopy (NIRS) with the actual results of the laboratory after the construction of the prediction model *Partileal Least Square* (PLS) and and evaluated with statistical parameters; the use of *pretreatment Mean Normalization* (MN) is the best or preferred spectrum correction method, which can improve the accuracy of the predicted results of salinity, pH and C-Organic soil.

Keywords: NIRS, Non-Destructive Method, Soil, Soil Fertility, Salinity.

PENDAHULUAN

Tanah mempunyai peran penting terhadap pertumbuhan tanaman, dimana tanah sebagai media tanam yang dapat menyediakan air dan unsur hara yang diperlukan oleh tanaman. Akan tetapi, kualitas tanah pada suatu lokasi berbeda-beda. Hal ini disebabkan oleh faktor-faktor pembentuk tanah, sehingga untuk mengetahui keadaan tanah pada suatu tempat dapat dilakukan dengan pengambilan contoh tanah pada lokasi tersebut dan dilakukan analisis laboratorium.

Terdapat sifat kimia yang mempengaruhi kesuburan tanah antara lain salinitas, pH dan C-Organik. Salinitas menunjukkan besar konsentrasi garam terlarut di dalam tanah, dimana kadar garam yang tinggi dapat menghambat pertumbuhan tanaman. Reaksi tanah (pH) dapat dijadikan indikator kesuburan tanah, tanah yang memiliki pH asam atau basa dapat menyulitkan perakaran tanaman untuk menyerap unsur didalam tanah; bahan organik mempunyai kemampuan menyangga tanah melawan perubahan pH yang ekstrim.

Umumnya untuk analisis sifat kimia pada tanah dilakukan di laboratorium, menggunakan bahan-bahan kimia yang relatif lebih mahal dan berdampak pada pencemaran lingkungan, sehingga perlu dikembangkan metode analisis yang tidak memerlukan biaya yang tinggi dan ramah lingkungan. Salah satu metode yang dapat dijadikan alternatif untuk menduga kandungan kimia pada tanah menggunakan *Near Infrared Reflectance Spectroscopy* (NIRS).

Berdasarkan penelitian sebelumnya, telah diperoleh teknik akuisisi spektrum kandungan kimia pada tanah dan diperoleh model prediksi kadar salinitas, pH dan C-Organik tanah menggunakan metode *Partileal Least Squares* (PLS) dengan beberapa metode *pretreatment*, sehingga pada penelitian ini akan dilakukan studi lanjut menggunakan metode *pretreatment* yang lain. Tujuan yang ingin dicapai adalah menguji dan menganalisis penggunaan metode koreksi spektrum serta menentukan metode koreksi spektrum pilihan dalam memprediksi kadar salinitas, pH dan C-Organik tanah.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan pada bulan Mei - Juli 2019 di Laboratorium Instrumentasi dan Energi Progam Studi Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Syiah Kuala, Laboratorium Penelitian Tanah dan Tanaman Program Studi Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Syiah Kuala.

Tanah

Sampel tanah diambil dari 15 titik yang berbeda berdasarkan penggunaan lahan di Kecamatan Baitussalam Kabupaten Aceh Besar dan beberapa bahan kimia yang di butuhkan untuk analisis laboratorium.

Pengambilan Sampel Tanah

Pengambilan scs ampel tanah dilakukan dengan melakukan pemboran pada 15 titik yang berbeda dengan kedalaman antara 0 – 10 cm dan berat sampel tanah yang diambil ± 1 kg pada setiap titik sampel, dimana titik pengambilan sampel ditentukan secara acak. Terdapat 13 desa di Kecamatan Baitussalam Kabupaten Aceh Besar, yaitu Baet, Blang Krueng, Cadek, Cot Paya, Kajhu, Klieng Cot Aron, Klieng Meuria, Labuy, Lam Asan, Lam Ujong, Lambada Lhok, Lampineung, dan Miruk Lam Reudeup. Akan tetapi, terdapat 10 desa yang dianggap sesuai untuk penelitian prediksi kadar salinitas, pH dan C-Organik. Penentuan jumlah desa dilakukan dengan menggunakan persamaan Slovin :

$$n = \frac{N}{1 + N e^2}$$

Dimana : n = Jumlah sampel
 N = Jumlah populasi,
 e = Batas toleransi (*error tolerance*) (Sugiyono, 2011).

Persiapan Sampel Tanah

Sampel tanah yang telah diambil dibawa ke laboratorium untuk akuisisi spektrum menggunakan NIRS dan analisis laboratorium. Sebelum melakukan akuisisi spektrum sampel tanah dibersihkan terlebih dahulu dari batu atau kerikil dan residu tanaman. Hal ini dilakukan untuk meminimalisir efek *noise* akibat pengaruh ukuran partikel tanah. Demikian pula dengan analisis laboratorium, sampel tanah dikeringkan selama 2 - 3 hari dan dihaluskan menggunakan penumbuk dan diayak. Setelah diayak, sampel dapat digunakan untuk pengukuran kadar salinitas, pH dan C-Organik tanah.

Akuisisi Spektrum *Near Infrared Reflectance Spectroscopy* (NIRS)

Spektrum *near infrared* untuk sampel tanah diakuisisi atau didapatkan dengan menggunakan instrumen FT-NIR, dengan konfigurasi alur kerja alat *workflow* yang dibangun menggunakan perangkat lunak terintegrasi. *Workflow* dibuat untuk mengatur alat agar bekerja untuk mengakuisisi spektrum *transmission*, *scanning* dan menyimpan hasil akuisisi dalam bentuk file *.SPA dan *.CSV (Munawar, 2014).

Uji Laboratorium

Pengukuran salinitas, pH dan C-Organik dilakukan di Laboratorium Penelitian Tanah dan Tanaman Program Studi Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Syiah Kuala.

Perbaikan Spektrum NIRS

Menurut Munawar (2014), sebelum digunakan untuk analisa data (membangun model prediksi), spektrum NIR untuk semua sampel tanah harus dilakukan koreksi terlebih dahulu. Hal ini bertujuan untuk menghilangkan berbagai macam “noise” pada spektrum sampel tanah sehingga hasil prediksi lebih akurat. Metode yang digunakan dalam koreksi spektrum ini adalah *Mean Normalization* (MN), *Savitzky-Golay Smoothing*, dan Kombinasi *Mean Normalization* (MN) dan *Savitzky-Golay Smoothing*.

Pembangunan Model Prediksi

Kadar salinitas, pH dan C-Organik tanah diprediksi berdasarkan spektrum NIR yang di hasilkan melalui proses kalibrasi model (pembangunan model). Model prediksi dibangun dengan meregresikan antara spektrum NIR (variabel X) dengan kadar salinitas, pH, dan C-Organik tanah (variabel Y) dari hasil laboratorium. Metode regresi yang digunakan adalah metode *Partial Least Square* (PLS). Hasil prediksi kemudian dibandingkan dengan data aktual melalui proses validasi model (*Leverage*).

Evaluasi Model Prediksi

Hasil akurasi dan kehandalan model prediksi dilihat berdasarkan parameter statistik, yaitu koefisien korelasi (r) antara hasil prediksi dengan hasil pengukuran standar di laboratorium untuk tiga parameter kimia tanah. *Root Mean Square Error* (RMSE) saat proses kalibrasi RMSEC dan validasi model RMSECV, beda selisih antara RMSEC dan RMSECV, *Residual Predictive Deviation* (RPD), dan jumlah *Latent Variable* (LV). Idealnya, model prediksi yang handal dan akurat adalah model dengan nilai parameter r dan RPD tinggi, RMSEC rendah, dan jumlah LV < 9 yang lebih sedikit. Berikut persamaan yang digunakan untuk menghitung koefisien korelasi (r), RMSE, dan RPD (Nicolai *et al.*, 2007; Florez *et al.*, 2009; Zulfahrizal *et al.*, 2015) :

$$r = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - y_i)^2}{\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - y_m)^2}}$$

$$\text{RMSEC, RMSECV} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - y_i)^2}$$

$$\text{RPD} = \frac{\text{SD}_{\text{ref}}}{\text{RMSECV}}$$

Dimana : $\hat{y}_i$ = Nilai Parameter hasil prediksi
 y_i = Nilai Parameter hasil pengukuran aktual
 n = Jumlah sampel dalam kalibrasi atau validasi
SD = Standar deviasi untuk data aktual

HASIL DAN PEMBAHASAN

Deskripsi Wilayah Pengambilan Sampel Tanah

Sampel tanah yang digunakan berasal dari Kecamatan Baitussalam Kabupaten Aceh Besar dengan penggunaan lahan yang berbeda, yakni lahan kosong, ladang/kebun masyarakat, semak dan sawah. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (2016) secara geografis, Kecamatan Baitussalam memiliki luas 20.84 Km² (2.084 Ha). Area/lokasi pengambilan sampel tanah dilakukan pada Gampong Baet, Cadek, Blang Krueng, Kajhu, Cot Paya, Lambada Lhok, Labuy, Lampineung, Lam Ujong dan Miruk Lam Reudeup.

Prediksi Kadar Salinitas, pH, dan C-Organik Tanah Menggunakan NIRS Akuisisi Spektrum NIRS

Akuisisi spektrum terjadi ketika sampel tanah dikenai radiasi *Near Infrared* dengan kisaran panjang gelombang 1000-2500 nm dan akan menerima energi yang memicu terjadinya getaran dan regangan. Sekitar 4% energi yang dipancarkan ke bahan organik, akan dipantulkan kembali ke permukaan luar (*regular reflection*) dan sekitar 96% akan masuk ke dalam bahan yang kemudian mengalami penyerapan, pemantulan, penyebaran dan penerusan cahaya.

Spektrum Raw dan Spektrum Koreksi

Akuisisi Spektrum menghasilkan spektrum data mentah (*raw data*), dimana terlihat renggangan yang menunjukkan adanya *noise*, sehingga diperlukan metode koreksi spektrum yang bertujuan untuk meminimalisir *noise* pada data spektrum tanah agar kumpulan spektrum lebih halus dan lebih rapat sehingga hasil prediksi kadar salinitas, pH dan C-Organik lebih akurat.

Gambar 1. Spektrum Raw Salinitas, pH dan C-Organik Tanah

Metode koreksi dan perbaikan spektrum yang digunakan adalah *Mean Normalization* (MN), *Savitzky-Golay Smoothing*, dan Kombinasi *Mean Normalization* (MN) dan *Savitzky-Golay Smoothing*. Spektrum koreksi dapat dilihat pada Gambar 2.

Gambar 2. (a) Spektrum *Mean Normalization* (MN) Salinitas, pH dan C-Organik Tanah (b) Spektrum *Savitzky-Golay Smoothing* Salinitas, pH dan C-Organik Tanah (c) Spektrum Kombinasi *Mean Normalization* (MN) dan *Savitzky-Golay Smoothing* Salinitas, pH dan C-Organik Tanah.

Berdasarkan Gambar 1 dan 2 dapat dilihat bahwa spektrum *Mean Normalization* (MN) dan *Savitzky-Golay Smoothing* menghasilkan *noise* lebih sedikit dibandingkan dengan spektrum *Raw*. Akan tetapi, spektrum *Mean Normalization* (MN) lebih rapi dan *noise* yang dihasilkan lebih sedikit dan puncak-puncak yang terbentuk lebih jelas. Tinggi rendahnya spektrum yang dihasilkan belum dapat memberikan informasi nilai atau kadar dari parameter kimia tanah. Informasi tersebut dapat diperoleh setelah dibangun model prediksi. Metode regresi yang digunakan untuk membangun model prediksi adalah metode *Partial Least Square* (PLS).

Data Kalibrasi Salinitas, pH dan C-Organik

Gambar 3. (a) Data Kalibrasi *Raw* Salinitas (b) Data Kalibrasi *Mean Normalization* (MN) Salinitas

Gambar 4. (a) Data Kalibrasi Savitzky-Golay *Smoothing* Salinitas (b) Data Kalibrasi Kombinasi *Mean Normalization* (MN) dan Savitzky-Golay *Smoothing* Salinitas

Lebih jelasnya nilai parameter statistika prediksi kadar salinitas tanah dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai Statistika Prediksi Kadar Salinitas Tanah

Metode Koreksi Spektrum	LV	R ²	r	RMSEC	RPD
Raw	6	0,84	0,91	1,48	2,61
Mean Normalization (MN)	6	0,94	0,97	0,90	4,29
Savitzky-Golay <i>Smoothing</i>	7	0,92	0,96	1,02	3,80
Kombinasi <i>Mean Normalization</i> (MN) dan Savitsky-Golay <i>Smoothing</i>	6	0,89	0,94	1,22	3,18

Sumber : Hasil Penelitian (2019)

Gambar 5. (a) Data Kalibrasi *Raw* pH (b) Data Kalibrasi *Mean Normalization* (MN) pH

Gambar 6. (a) Data Kalibrasi Savitzky-Golay *Smoothing* pH (b) Data Kalibrasi Kombinasi *Mean Normalization* (MN) dan Savitzky-Golay *Smoothing* pH

2. Lebih jelasnya nilai parameter statistika prediksi kadar pH tanah dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai Statistika Prediksi Kadar pH Tanah

Metode Koreksi Spektrum	LV	R ²	r	RMSEC	RPD
Raw	9	0,52	0,72	0,59	1,44
Mean Normalization (MN)	9	0,90	0,94	0,26	3,25
Savitzky-Golay Smoothing	10	0,91	0,95	0,24	3,45
Kombinasi Mean Normalization (MN) dan Savitsky-Golay Smoothing	9	0,78	0,88	0,39	2,17

Sumber : Hasil Penelitian (2019)

Gambar 7. (a) Data Kalibrasi Raw C-Organik (b) Data Kalibrasi Mean Normalization (MN) C-Organik

Gambar 8. (a) Data Kalibrasi Savitzky-Golay Smoothing C-Organik (b) Data Kalibrasi Kombinasi Mean Normalization (MN) dan Savitzky-Golay Smoothing C-Organik

Lebih jelasnya nilai parameter statistika prediksi kadar C-Organik tanah dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai Statistika Prediksi Kadar C-Organik Tanah

Metode Koreksi Spektrum	LV	R ²	r	RMSEC	RPD
Raw	9	0,68	0,82	0,21	1,85
Mean Normalization (MN)	10	0,84	0,91	0,15	2,58
Savitzky-Golay Smoothing	11	0,75	0,87	0,18	2,11
Kombinasi Mean Normalization (MN) dan Savitsky-Golay Smoothing	10	0,80	0,89	0,17	2,32

Sumber : Hasil Penelitian (2019)

Penggunaan LV akan mempengaruhi nilai r dan RPD. Apabila penggunaan LV kecil dan nilai RPD yang dihasilkan tinggi, maka model prediksi yang digunakan baik.

Loading Plot

Loading plot yang dihasilkan dapat menentukan panjang gelombang relevan yang dapat memprediksi kadar salinitas, pH dan C-Organik. *Loading Plot* dapat dilihat pada Gambar 9, Gambar 10 dan Gambar 11.

Gambar 9. *Loading Plot Mean Normalization (MN)*

Berdasarkan Gambar 9 puncak dan lembah spektrum tanah berada pada kisaran panjang 1703 - 1714 nm, 1410 - 1433 nm dan 1913 - 1942 nm. Puncak dan lembah menunjukkan adanya kandungan kimia yang berbeda. Panjang gelombang tersebut menunjukkan penyerapan spektrum NIRS pada tanah sangat tinggi sehingga dapat memprediksi adanya kadar salinitas, pH dan C-Organik di dalam tanah.

Gambar 10. *Loading Plot Savitzky-Golay Smoothing*

Berdasarkan Gambar 10 puncak dan lembah spektrum NIRS tanah berada pada kisaran panjang gelombang 1702 - 1716 nm, 1919 - 1952 nm dan 1333 - 1350 nm;

Gambar 11. Loading Plot Savitzky-Golay Smoothing

Berdasarkan Gambar 11 puncak dan lembah spektrum NIRS tanah berada pada kisaran panjang gelombang 1390 – 1412 nm, 1484 – 1514 nm dan 1929 – 1964 nm.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

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

1. Terdapat korelasi antara hasil prediksi *Near Infrared Reflectance Spectroscopy* (NIRS) dengan hasil aktual laboratorium setelah dilakukan pembangunan model prediksi *Partial Least Square* (PLS) dan dievaluasi dengan parameter statistika dibuktikan dari nilai RPD *raw data* salinitas masih dikategorikan *good model performance* karena nilai RPD masih <3 sedangkan setelah dikoreksi dengan menggunakan metode *Mean Normalization* (MN), *Savitzky-Golay Smoothing*, dan kombinasi *Mean Normalization* (MN) dan *Savitzky-Golay Smoothing* nilai RPD meningkat sehingga dikategorikan menjadi *very good performance* karena nilai RPD >3.
2. Penggunaan *pretreatment Mean Normalization* (MN) merupakan metode terbaik atau pilihan, dimana dapat meningkatkan keakuratan hasil prediksi kadar salinitas, pH dan C-Organik tanah dibuktikan dari nilai koefisien determinasi (R^2), koefisien korelasi (r) RMSEC, *Latent Variable* (LV) dan RPD (0,94; 0,97; 0,90; 6; 4,29), (0,90; 0,94; 0,26; 9; 3,25) dan (0,84; 0,91; 0,15; 10; 2,58).
3. Rentang panjang gelombang optimum NIRS untuk memprediksi kadar salinitas, pH dan C-Organik tanah adalah 1703 - 1714 nm, 1702 – 1716 nm dan 1390 – 1412 nm.

Saran

Saran untuk penelitian ini adalah dilakukannya penelitian lanjutan dengan penggunaan metode koreksi dan perbaikan spektrum yang berbeda seperti *Peak Normalization* (PN) dan lainnya agar prediksi lebih maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2016. Kecamatan Baitussalam dalam Angka 2016. BPS, Aceh Besar.
- Florez, K., T. Sanchez, D.P. Marin, J.E. Guerrero dan A.G. Varo. 2009. Feasibility in NIRS instrument for predicting internal quality in intact tomato. *J. Food Engineering*. 91 : 311-318.
- Munawar, A.A. 2014. Multivariate analysis and artificial neural network approaches of near infrared spectroscopic data for non-destructive quality attributes prediction of mango. Disertasi. Georg-August University, Goettingen.
- Nicolai, B.M., K. Beullens., E. Bobelyn., A. Peirs., W. Saeys., Theron dan J. Lamertyn. 2007. Nondestructive measurement of fruit and vegetable quality by means of NIR spectroscopy: A Review. *Postharvest Biology and Technology*. 46 : 99-118.
- Sugiyono. 2011. Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D. CV. Alfabeta, Bandung.
- Zulfahrizal., A.A. Munawar dan H. Meilina. 2015. Rancang bangun alat sensor portable berbasis pengembangan aplikasi teknologi near infrared sebagai metode baru yang rapat dan non-destruktif untuk prediksi kualitas kakao. Laporan Penelitian Pengembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi. Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh.