

Penggunaan JST Berdasarkan Data Absorban Nirs Untuk Memprediksi Kandungan Gizi Limbah Kubis

Ulfa Nikmatia¹, Adrizal²

^{*1}Dosen Program Studi Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Graha Nusantara, Sumatera Utara, Indonesia

²Program studi peternakan, fakultas Peternakan, universitas andalas, Sumatera barat, Indonesia

* email korespondensi : nikmatiaulfa@gmail.com

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini yaitu memprediksi akurasi penentuan kandungan lemak kasar dan serat kasar limbah kubis menggunakan jaringan syaraf tiruan (JST) berdasarkan data absorban NIRS. 53 sampel limbah kubis diperoleh dari Kabupaten Solok dan Kabupaten Agam, Sumatera Barat, Indonesia. Pretreatment yang digunakan yaitu Normalize dengan metode terbaik *principal component analysis*. Parameter keberhasilan dalam menggunakan jaringan syaraf tiruan untuk memprediksi kandungan gizi dari lemak kasar dan serat kasar limbah kubis dapat dilihat dari nilai *standard error of prediction* (SEP), *coefficient of variation* (CV) dan rasio antara standar deviasi dengan SEP (SD/SEP). Hasil validasi dari jaringan syaraf tiruan menghasilkan SEP= 0.39%, CV= 9.35 %, SD/SEP= 1.64 untuk lemak kasar (LK). Model yang menghasilkan rasio SD/SEP > 1,5 menunjukkan prediksi masih kasar. Sedangkan untuk menduga serat kasar (SK) limbah kubis metode ini belum dapat digunakan untuk prediksi selanjutnya. Hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa metode PCA menggunakan JST mampu menduga kandungan bahan lemak kasar limbah kubis.

Kata Kunci: JST, LK, Limbah Kubis, NIRS, SK

1. PENDAHULUAN

Produksi kubis di Sumatera Barat tercatat sebanyak 89193,60 ton yang tersebar di Kabupaten Solok 47765,30 ton dan Kabupaten Agam 15233,70 ton (Badan pusat statistik, 2019). Tanaman kubis menghasilkan limbah yang cukup banyak dan belum dimanfaatkan secara optimal sebagai pakan ternak. Limbah kubis memiliki protein yang cukup

tinggi, sehingga limbah kubis dapat dijadikan sebagai alternatif untuk memenuhi ketersediaan hijauan. Menurut Muktiani *et al* (2007) kandungan gizi limbah kubis yang menggunakan metode konvensional yaitu 15.75% bahan kering, 12.49% abu, 23.87% protein kasar, 22.62% serat kasar, 1.75% lemak kasar. Permasalahannya metode konvensional

untuk menentukan komposisi kimia bahan makanan membutuhkan waktu yang agak lama dan biaya yang cukup mahal (Adrizal *et al.*, 2007). Akan tetapi sejumlah teknik instrumentasi telah dikembangkan untuk menentukan kandungan kimia dengan cepat. Salah satu teknik tersebut adalah pengukuran dengan *near infrared spectroscopy* (NIRS) yang dipancarkan ke bahan atau sampel. NIRS telah teruji mampu mengukur berbagai kelengkapan mutu dengan baik (Suhandy, 2009).

Salah satu teknik yang dapat digunakan dalam pengembangan model untuk menduga kandungan kimia limbah kubis adalah teknik permodelan berbasis sistem kecerdasan buatan atau jaringan syaraf tiruan. Penggunaan model jaringan syaraf tiruan (JST) pada penelitian NIRS yang dapat mengidentifikasi sistem-sistem kompleks non linear dengan cara pembelajaran dan pelatihan sehingga dapat memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan menggunakan model lainnya (Mardison 2010).

Manfaat penelitian diharapkan dapat menjadi pedoman bagi industri pakan dan peternak untuk mengetahui kandungan gizi limbah kubis dengan cepat, murah, mudah dan tidak membutuhkan bahan kimia sehingga

hasil yang diperoleh dapat menjadi landasan penentuan kandungan gizi limbah kubis dalam bentuk database.

II. METODE PENELITIAN

Bahan

Sampel yang digunakan 53 sampel yaitu 23 sampel dari Kabupaten Solok dan 30 sampel dari Kabupaten Agam. Bahan kimia yang digunakan yaitu aquades, H₂SO₄ pekat, alkohol, N-Hexan, NaOH, Aceton, Selenium.

Alat

Alat yang digunakan untuk prediksi NIRS (*Near Infrared Spectroscopy*) adalah portabel fourier transfor near infrared (FT-NIR), timbangan analitik, oven, cawan porselin, desikator, tanur, erlenmeyer, gelas ukur, pipet volume, pompa vakum, spatula, alat soxlet, kertas saring, gelas piala

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Nutrisi Non Ruminansia Fakultas Peternakan Universitas Andalas pada bulan Januari 2020.

Langkah-langkah penelitian

1. Persiapan sampel tepung limbah kubis
2. *Scanning* NIRS
3. Analisis Proksimat : Serat Kasar dan Lemak kasar
4. Kalibrasi : Jumlah sampel yang digunakan untuk kalibrasi sebanyak

33 sampel. Kalibrasi dilakukan dengan mengambil data NIRS dan data referensi. Data NIRS diperoleh dengan scanning sampel menggunakan NIR Spectroscopy. Data referensi diperoleh dari hasil analisa secara kimia.

Kegiatan Kalibrasi

Pre-treatment data : menggunakan pretreatment normalize dengan menggunakan aplikasi unscramble.

Treatment data : Metode *treatment data* yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *stepwise multiple linear regression* (SMLR) dan *principal components analysis* (PCA) dengan software SPSS.

Tranning JST : luaranya yaitu nilai pembobot yang digunakan untuk masukan dalam prediksi kandungan nutrisi saat validasi dengan *error* yang paling rendah. Hasil kalibrasi dapat diukur dengan *standard error of calibration* (SEC) menurut Mattjik dan I Made (2006) adalah dengan rumus sebagai berikut :

$$SEC = \sqrt{\frac{\sum(X - \hat{X})^2}{n - 1}}$$

Keterangan:

SEC = Standar error kalibrasi

X = Nilai Referensi

$\hat{X}$ = Hasil pendugaan

n = Jumlah sampel untuk kalibrasi

5. Validasi dilakukan melalui pendugaan menggunakan Jaringan Syaraf tiruan. Jumlah sampel yang digunakan untuk validasi sebanyak 20 sampel. Validasi dilakukan dengan mengambil data NIRS bersama nilai pembobot diinputkan ke JST. Outputnya adalah hasil prediksi kandungan gizi yang akan ditentukan.

Parameter yang digunakan untuk validasi (Mattjik dan I Made., 2006) adalah

$$SEP = \sqrt{\frac{\sum(X - \hat{X})^2}{n - 1}}$$

Keterangan :

SEP = Standar error validasi (%)

X = Nilai Referensi

$\hat{X}$ = Hasil pendugaan

n = Jumlah sampel untuk validasi

Fontaine *et al.*, (2002) melaporkan SEP dan CV terkecil menunjukkan hasil yang paling baik

$$CV = \frac{SEP}{X} \times 100\%$$

Keterangan:

CV = Koefisien keragaman

SEP = Standar error validasi

$\hat{X}$ = Rata-rata

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Absorbsi Near Infrared Limbah kubis

Data hasil pengukuran alat NIR *Spectroscopy* berupa data pantulan atau reflectan. Kemudian, data reflectan ditransformasikan menjadi data absorban menggunakan rumus $\log 1/R$. Pada penelitian ini reflectan NIRS yang diperoleh dari setiap sampel limbah kubis berbeda. Hal ini dapat dilihat pada gambar 1 dan gambar 2 puncak-puncak gelombang spektrum absorban

Analisa secara kimia

Metode analisis yang digunakan pada penelitian ini yaitu metode kimia dan metode NIRS, untuk memperoleh hasil dugaan proses kalibrasi dan validasi pada jaringan syaraf tiruan dibutuhkan data aktual dan data absorban. Data aktual dapat diperoleh dari hasil analisis kimia sedangkan data absorban diperoleh dari hasil analisis menggunakan NIRS. Hasil analisis secara kimia dapat dilihat pada tabel 1.

Hasil Kandungan Gizi Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan

Nilai absorban yang digunakan untuk menentukan kandungan gizi limbah kubis dapat mengalami *overfitting* pada saat kalibrasi. Oleh karena itu, untuk mengurangi jumlah data masukan diperlukan metode yang dapat membantu menseleksi panjang gelombang. Pada penelitian ini metode yang digunakan yaitu analisis *stepwise*

multiple linear regression (SMLR) dan *principal component analysis* (PCA).

Lemak Kasar

Korelasi lemak kasar dengan absorban *near infrared spectroscopy* pada limbah kubis dapat dilihat pada Tabel 2. Berdasarkan Tabel 2, lemak kasar menghasilkan 6 kombinasi panjang gelombang yaitu 531, 757, 1461, 1458, 343, 1292.

Panjang gelombang lemak kasar yang dapat digunakan sebagai input jaringan syaraf tiruan yaitu 1461, 1458, 1292. Menurut Ayu *et al* (2018) panjang gelombang 2325,6-1639,4 nm mengindikasikan absorpsi kandungan lemak.

Hasil kalibrasi dan validasi kandungan lemak kasar limbah kubis dapat dilihat pada Tabel 3 dan Tabel 4. Hasil validasi terendah dengan menggunakan metode SMLR pada limbah kubis terdapat pada variabel 3 iterasi 40000 pada simpul 9. Hasil dugaan kandungan lemak kasar limbah kubis terbaik menghasilkan SEP= 0.72%, CV= 17.27% dan SD/SEP= 0.94%. Nilai CV lemak kasar pada limbah kubis yang diolah menggunakan metode SMLR menghasilkan CV yang tinggi, sehingga nilai yang dihasilkan tidak akurat. Mlcek *et al* (2006) mengatakan bahwa nilai koefisien keragaman yang ideal untuk

CV kalibrasi adalah $\leq 5\%$ dan untuk CV prediksi $\leq 10\%$.

Nilai SD/SEP lemak kasar limbah kubis menunjukkan bahwa $SD/SEP < 1.5$, sehingga dinyatakan prediksi salah, serta model prediksi tersebut tidak dapat digunakan untuk prediksi selanjutnya. Menurut William and Norris (1990) bahwa nilai rasio perbandingan standar deviasi dengan standar error (RDP) antara 1.5 - 1.9 menunjukkan prediksi masih kasar dan masih perlu perbaikan pada kalibrasi.

Perbandingan nilai lemak kasar limbah kubis yang diperoleh dari hasil analisis kimia dengan nilai dugaan jaringan syaraf tiruan yang menggunakan metode SMLR dengan simpul 9 pada lapisan tersembunyi, input 3 variabel dan iterasi 40000. Kandungan nutrisi lemak kasar limbah kubis yang diperoleh secara analisis kimia memiliki batas bawah dan qbatas atas 3.51% dan 4.87%. Sedangkan kandungan nutrisi lemak kasar limbah kubis dari hasil dugaan jaringan syaraf tiruan yaitu memiliki batas bawah dan batas atas 3.78% dan 4.82%. Perbandingan nilai batas bawah dan batas atas lemak kasar dapat dilihat bahwa dengan menggunakan metode SMLR untuk menghasilkan nilai dugaan jaringan syaraf tiruan pada limbah kubis tidak dapat memprediksi secara akurat,

karena tingginya nilai CV dan SD/SEP yang diperoleh lemak kasar menggunakan metode SMLR.

Selanjutnya metode yang digunakan untuk memprediksi kandungan nutrisi lemak kasar pada limbah kubis yaitu dengan menggunakan metode *principal component analysis* (Tabel 5). Hasil kalibrasi dan validasi kandungan lemak kasar limbah kubis dapat dilihat pada Tabel 6 dan Tabel 7. Pada kandungan lemak kasar limbah kubis, validasi dengan nilai yang terendah diperoleh pada PC 2 iterasi 40000 pada lapisan tersembunyi 7. Hasil dugaan kandungan nutrisi lemak kasar menggunakan metode PCA menghasilkan nilai $SEP = 0.39\%$, $CV = 9.35\%$, $SD/SEP = 1.64\%$. Nilai kandungan nutrisi lemak kasar limbah kubis menghasilkan CV yang masih dapat diterima, Mlcek *et al* (2006) menyatakan bahwa nilai koefisien keragaman yang ideal untuk CV kalibrasi adalah $\leq 5\%$ dan untuk CV prediksi $\leq 10\%$. Hasil dari model validasi lemak kasar limbah kubis memiliki nilai $SD/SEP > 1.5$ menunjukkan suatu model memiliki nilai akurasi yang masih kasar dan masih perlu perbaikan pada kalibrasi. Perbandingan nilai lemak kasar pada limbah kubis yang diperoleh secara analisis kimia dengan nilai dugaan

jaringan syaraf tiruan yang menggunakan metode PCA dengan simpul 7 pada lapisan tersembunyi, input 2 dan iterasi 40000. Kandungan lemak kasar limbah kubis yang diperoleh secara analisis proksimat memiliki batas bawah dan batas atas 3.49% dan 4.77%. sedangkan kandungan nilai nutrisi limbah kubis yang diperoleh dari hasil dugaan jaringan syaraf tiruan memiliki batas bawah dan batas atas 3.41% dan 4.85%. Perbandingan nilai batas bawah dan batas atas lemak kasar limbah kubis dapat dilihat bahwa menggunakan metode PCA untuk menghasilkan nilai dugaan dari jaringan syaraf tiruan pada limbah kubis masih kasar dan perlu perbaikan pada kalibrasi.

Serat Kasar

Korelasi serat kasar limbah kubis dengan absorban *near infrared spectroscopy* pada limbah kubis (Tabel 8) terlihat bahwa kandungan serat kasar limbah kubis menghasilkan 2 kombinasi panjang gelombang yaitu 1134 dan 1246.

Hasil kalibrasi dan validasi kandungan serat kasar limbah kubis menggunakan metode SMLR yang diolah dengan jaringan syaraf tiruan dapat dilihat pada Tabel 9 dan Tabel 10. Model validasi serat kasar limbah kubis menghasilkan nilai terendah yaitu pada variabel 2,

jumlah iterasi 40000 pada simpul 9 pada lapisan tersembunyi. Hasil dugaan serat kasar limbah kubis yang menggunakan metode SMLR menghasilkan SEP= 0.95%, CV= 6.68%. SD/SEP= 1.29%. Hasil dari model validasi serat kasar limbah kubis menghasilkan CV yang masih dapat diterima, hal ini sesuai dengan Mlcek *et al* (2006) menyatakan bahwa nilai koefisien keragaman yang ideal untuk CV kalibrasi adalah $\leq 5\%$ dan untuk CV prediksi $\leq 10\%$. Hasil penelitian menunjukkan nilai SD/SEP < 1.5 sehingga nilai serat kasar limbah kubis yang diperoleh dengan menggunakan metode SMLR tidak dapat digunakan untuk prediksi selanjutnya.

Perbandingan nilai aktual dengan nilai dugaan jaringan syaraf tiruan limbah kubis yang terdapat pada variabel 2, jumlah iterasi 40000 ada simpul 9 pada lapisan tersembunyi diolah menggunakan metode SMLR. Nilai batas bawah dan batas atas hasil analisis kimia yaitu 12.97 % dan 15.41%. sedangkan nilai batas bawah dan batas atas yang diperoleh dari hasil dugaan jaringan syaraf tiruan yaitu 13.57% dan 14.99%. Perbandingan batas bawah dan batas atas serat kasar limbah kubis dapat dilihat bahwa dengan menggunakan metode SMLR untuk menghasilkan nilai dugaan dari jaringan syaraf tiruan pada

limbah kubis tidak dapat menganalisis secara akurat, karena nilai SD/SEP yang dihasilkan serat kasar limbah kubis menggunakan metode SMLR $< 1.5\%$. Selanjutnya metode yang digunakan untuk memprediksi serat kasar limbah kubis yaitu dengan menggunakan metode *principal component analysis*. Hasil kalibrasi dan validasi kandungan serat kasar limbah kubis dapat dilihat pada Tabel 11 dan Tabel 12. Hasil model validasi dengan pretreatment normalize dengan jumlah PC 2, iterasi 30000, pada lapisan tersembunyi 3. Hasil dugaan kandungan nutrisi serat kasar limbah kubis terbaik menghasilkan nilai SEP= 0.92%, CV= 6.61%, SD/SEP= 1.02 %. Nilai CV yang dihasilkan pada penelitian ini masih dapat diterima, sesuai menurut Mlcek *et al* (2006) nilai koefisien keragaman yang ideal untuk CV kalibrasi adalah $\leq 5\%$ dan untuk CV prediksi adalah $\leq 10\%$. Akan tetapi, hasil validasi kandungan serat kasar limbah kubis menunjukkan nilai SD/SEP $< 1.5\%$ menyatakan prediksi yang salah dan dengan model prediksi tersebut tidak dapat digunakan untuk prediksi selanjutnya. Menurut William and Norris (1990) bahwa nilai rasio perbandingan standar deviasi dan standar error (RDP) antara 1.5 - 1.9 menunjukkan prediksi masih kasar dan masih perlu perbaikan

pada kalibrasi. Jika nilai RDP antara 2 - 2.5 menunjukkan model prediksi yang cukup baik. Sedangkan nilai RDP antara 2.5 - 3 atau lebih menunjukkan akurasi model prediksi yang baik dan sangat baik.

Perbandingan nilai serat kasar hasil analisis proksimat dengan nilai dugaan jaringan syaraf tiruan yang menggunakan metode PCA dengan simpul 3 pada lapisan tersembunyi, input 2 dan iterasi 30000. Nilai yang diperoleh dari hasil analisa proksimat memiliki batas bawah dan batas atas 12.98% dan 14.86%. Sedangkan kandungan nilai nutrisi limbah kubis yang diperoleh dari hasil dugaan jaringan syaraf tiruan memiliki batas bawah dan batas atas 14.10 % dan 14.38%. Perbandingan nilai kandungan nutrisi serat kasar limbah kubis yang diperoleh dari hasil dugaan jaringan syaraf tiruan tidak dapat memprediksi dengan akurat, karena nilai SD/SEP < 1.5 .

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Metode terbaik untuk memprediksi akurasi penentuan kandungan lemak kasar limbah kubis menggunakan jaringan syaraf tiruan berdasarkan data absorbansi NIRS yaitu dengan metode *principal component analysis*. Namun, untuk memprediksi serat kasar limbah

kubis metode ini belum dapat digunakan.

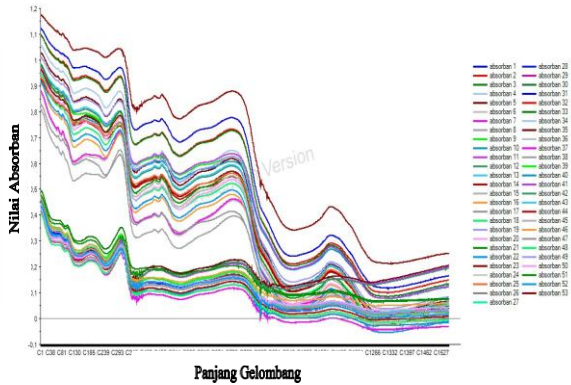
Saran

Analisis secara kimia gunakanlah laboratorium yang sudah terstandarisasi, serta untuk meningkatkan akurasi data perlu dilakukan pelatihan kepada peneliti tentang jaringan syaraf tiruan dengan jumlah sampel yang lebih banyak.

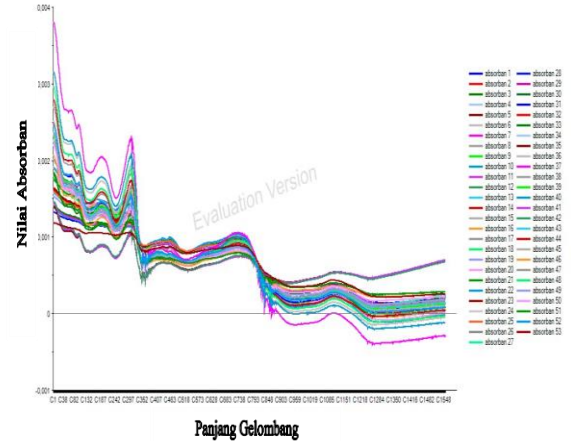
DAFTAR PUSTAKA

- Adrizal, H.K. Purwadaria., Suroso., I.W. Budiastra., dan W.G. Piliang. 2007. Penduggan kandungan air, protein, lisin, dan metionin tepung ikan dengan jaringan syaraf tiruan berdasarkan absobsi near infrared. *Jurnal Keteknikan Pertanian*, 21 (4): 399-412.
- Ayu, P. C., Budiastra, I. W., Sutrisno dan S. Widyotomo, S. 2018. Prediction of caffein content in java preanger coffe beans by NIR Spectroscopy using PLS and MLR method. *IOP Conference Series: Earth and environmental science publishing*, 147 (2018) 012004.
- Badan Pusat Statistik. 2019. Produksi tanaman kubis provinsi Sumatera Barat menurut kabupaten/kota <https://solokkota.bps.go.id/statictable/2018/09/27/529/produksi-tanaman-sayuran-dan-buah-buahan-semusim-menurut-jenisnya-dan-kabupaten-kota-di-provinsi-sumatera-barat-ton-2017.html> diakses 11 November 2019 Pukul 10: 50 WIB.
- Fontaine, J., B. Schrimmer., and J. Horr. 2002. Near infrared reflectance spectroscopy (NIRS) enables the fast and accurate prediction of essential amino acid contents. *J. Agric. Food. Chem.* 50 (14): 3902-3911.
- Mattjik, A.A dan I Made, S. 2006. Perancangan Percobaan dengan Aplikasi SAS dan MINITAB. IPB Press, Bogor.
- Mardison, S. 2010. Penentuan komposisi kimia biji jarak pagar secara nondestruktif dengan metode NIR dan jaringan syaraf tiruan. Sekolah Pascasarjana Program Studi Teknik Mesin Pertanian dan Pangan. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Mlcek, J.k., Sustova and J. Simeonovova. 2006. Application of FT NIRS in the determination of basic chemical composition of pork and beef. *Czech J. Anim. Sci.* 51 (8): 361-368.
- Muktiani, A., B. I. M. Tampoebolon., dan J. Achmadi. 2007. Fermentabilitas rumen secara in vitro terhadap sampah sayur yang diolah. *Jurnal Pengembangan Peternakan Tropis.* 32 (1): 44-50.
- Siregar, Syofian. 2013. Statistik Parametrik untuk Penelitian Kualitatif. Jakarta : Bumi Aksara.
- Suhandy, D. 2009. Pendugaan kandungan padatan terlarut buah sawo menggunakan NIR spectroscopy. *Jurnal Bionatura*, 11 (1): 11-20.
- Williams, P., and K. Norris. 1990. Near infrared technology in the agricultural and food industries. American Association of Cereal Chemist, Inc. St. Paul, Minnesota, USA.

Gambar 1. Absorpsi NIRS awal limbah kubis



Gambar 2. Absorpsi NIRS limbah kubis setelah pretreatment menggunakan normalize



Tabel 1. Hasil analisis secara kimia

Parameter	Minimum	Maksimum	Rataan %	Standar Deviasi
LK	2.60	5.10	3.85	1.25
SK	12.34	16.27	14.31	1.96

Tabel 2 Korelasi lemak kasar dengan absorban NIRS pada limbah kubis hasil analisis SMLR

Step	Panjang gelombang (nm)						Koefisien korelasi (r)
1	531						0.329
2	531	757					0.541
3	531	757	1461				0.609
4	531	757	1461	1458			0.645
5	531	757	1461	1458	343		0.674
6	531	757	1461	1458	343	1292	0.712

Tabel 3. Pengaruh variabel *input*, jumlah iterasi dan jumlah simpul pada lapisan tersembunyi JST terhadap SEC (%) kalibrasi lemak kasar

Variabel Input	Jumlah Iterasi (000)	Jumlah simpul pada lapisan tersembunyi JST							
		3 simpul		5 simpul		7 simpul		9 simpul	
		SEC (%)	CV (%)	SEC (%)	CV (%)	SEC (%)	CV (%)	SEC (%)	CV (%)
Step 2	25	1.15	27.99	1.02	25.24	1.03	26.67	1.13	28.21

1461	30	1.04	24.37	0.86	23.22	1.00	24.87	1.06	25.96
1458	35	0.97	23.87	1.06	26.51	1.07	26.72	1.03	25.02
	40	1.14	28.38	1.07	25.48	1.06	25.39	1.03	26.41
Step 3	25	1.05	26.06	1.00	25.65	1.03	27.05	1.00	24.00
1461	30	0.90	21.32	0.71	17.81	0.83	21.82	1.04	24.23
1458	35	1.05	26.19	1.06	26.14	1.02	26.02	0.97	24.10
1292	40	1.06	26.48	1.12	27.89	0.97	23.48	1.04	26.20

Tabel 4 Pengaruh variabel input, jumlah iterasi dan jumlah simpul pada lapisan tersembunyi JST terhadap SEP (%) validasi lemak kasar

Variabel	Jumlah Iterasi (000)	Jumlah simpul pada lapisan tersembunyi JST							
		3 simpul		5 simpul		7 simpul		9 simpul	
		SEP (%)	CV (%)	SEP (%)	CV (%)	SEP (%)	CV (%)	SEP (%)	CV (%)
Step 2	25	0.97	26.12	1.22	30.96	1.07	24.35	0.96	23.11
1461	30	0.93	25.49	1.36	28.69	0.88	20.84	0.75	18.68
1458	35	0.86	23.18	1.29	32.17	0.72	18.13	0.79	21.11
	40	0.94	22.50	0.74	19.12	1.23	32.91	1.05	24.20
Step 3	25	1.25	32.53	0.78	18.08	0.90	20.06	0.83	21.99
1461	30	1.16	31.12	1.14	28.21	1.30	27.87	0.86	24.06
1458	35	1.05	27.26	0.84	21.38	0.80	19.25	0.86	21.45
1292	40	0.79	18.51	0.83	19.36	0.92	24.27	0.72	17.27

Tabel 5 Variasi komponen utama nilai absorpsi *near infrared spectroscopy*

Jumlah PC	Variasi (%)	Variasi Kumulatif (%)
1	45.141	45.141
2	17.061	62.201
3	14.912	77.113
4	3.664	80.777
5	3.073	83.851
6	2.121	85.972

Tabel 6 Pengaruh jumlah PC, jumlah iterasi dan jumlah simpul pada lapisan tersembunyi JST terhadap SEC (%) kalibrasi lemak kasar

Jumlah PC	Jumlah Iterasi (000)	Jumlah simpul pada lapisan tersembunyi JST							
		3 simpul		5 simpul		7 simpul		9 simpul	
		SEC (%)	CV (%)	SEC (%)	CV (%)	SEC (%)	CV (%)	SEC (%)	CV (%)
2	25	0.88	21.56	0.84	21.89	0.73	20.88	0.82	22.68
	30	0.78	19.14	0.98	25.67	1.04	26.56	0.72	18.53
	35	0.79	21.01	0.70	18.40	0.87	22.45	0.96	25.27
	40	0.70	18.87	1.00	26.05	0.73	19.70	0.78	20.96
4	25	0.23	5.62	0.24	6.27	0.42	11.71	0.29	8.21
	30	0.15	3.55	0.29	7.56	0.42	10.41	0.28	7.08

	35	0.31	8.22	0.22	5.75	0.22	5.75	0.37	9.51
	40	0.17	4.45	0.46	11.80	0.32	8.52	0.47	12.59
6	25	0.15	3.79	0.23	6.13	0.23	6.55	0.19	5.34
	30	0.16	3.78	0.22	5.73	0.20	4.83	0.14	3.54
	35	0.17	4.51	0.10	2.62	0.10	3.00	0.13	3.38
	40	0.17	4.65	0.10	3.00	0.14	3.81	0.11	3.02

Tabel 7 Pengaruh jumlah PC, jumlah iterasi dan jumlah simpul pada lapisan tersembunyi JST terhadap SEP (%) validasi lemak kasar

Jumlah PC	Jumlah Iterasi (000)	Jumlah simpul pada lapisan tersembunyi JST							
		3 simpul		5 simpul		7 simpul		9 simpul	
		SEP (%)	CV (%)	SEP (%)	CV (%)	SEP (%)	CV (%)	SEP (%)	CV (%)
2	25	0.41	11.16	0.86	21.47	0.61	13.61	0.56	13.64
	30	0.43	11.58	0.86	21.08	0.53	13.17	0.61	16.40
	35	0.59	15.26	0.61	17.10	0.82	20.89	0.48	12.26
	40	0.40	9.73	0.46	11.69	0.39	9.35	0.43	10.82
4	25	0.55	14.72	0.56	13.87	0.45	10.93	0.74	17.21
	30	0.53	15.39	0.78	19.07	0.40	10.71	0.69	19.72
	35	0.78	20.23	0.53	15.31	0.53	15.31	0.56	15.02
	40	0.50	12.11	0.76	20.28	0.62	14.97	0.75	20.07
6	25	0.54	14.64	0.82	20.38	0.58	13.50	0.74	16.57
	30	0.45	13.05	0.53	12.86	0.62	17.48	0.56	15.58
	35	0.57	14.66	0.60	16.58	0.48	13.00	0.56	14.98
	40	0.51	12.34	0.43	11.57	0.51	12.16	0.48	12.74

Tabel 8 Korelasi serat kasar dengan absorban NIR pada limbah kubis hasil analisis SMLR

Step	Panjang gelombang (nm)	Koefisien korelasi (r)
1	1134	0.187
2	1134 1246	0.315

Tabel 9 Pengaruh variabel *input*, jumlah iterasi dan jumlah simpul pada lapisan tersembunyi JST terhadap SEC (%) kalibrasi serat kasar

Variabel Input	Jumlah Iterasi (000)	Jumlah simpul pada lapisan tersembunyi JST							
		3 simpul		5 simpul		7 simpul		9 simpul	
		SEC (%)	CV (%)	SEC (%)	CV (%)	SEC (%)	CV (%)	SEC (%)	CV (%)
Step 2	25	0.81	5.53	0.80	5.70	0.86	5.85	0.80	5.45
1134	30	0.81	5.53	0.82	5.76	0.85	5.79	0.82	5.79
1246	35	0.81	5.53	0.84	5.93	0.69	4.65	0.86	5.87
	40	0.81	5.52	0.78	5.37	0.75	5.08	0.86	5.87

Tabel 10 Pengaruh variabel input, jumlah iterasi dan jumlah simpul pada lapisan tersembunyi JST terhadap SEP (%) validasi serat kasar

Variabel Input	Jumlah Iterasi (000)	Jumlah simpul pada lapisan tersembunyi JST							
		3 s impul		5 simpul		7 simpul		9 simpul	
		SEP (%)	CV (%)	SEP (%)	CV (%)	SEP (%)	CV (%)	SEP (%)	CV (%)
Step 2	25	1.04	7.38	1.53	10.08	1.05	7.55	1.04	7.46
1134	30	1.03	7.38	1.43	9.54	.96	6.84	1.09	7.29
1246	35	1.03	7.38	1.38	9.25	1.26	9.20	1.01	7.13
	40	1.03	7.37	1.08	7.56	1.02	7.31	0.95	6.68

Tabel 11 Pengaruh jumlah PC, jumlah iterasi dan jumlah simpul pada lapisan tersembunyi JST terhadap SEC (%) kalibrasi serat kasar

Jumlah PC	Jumlah Iterasi (000)	Jumlah simpul pada lapisan tersembunyi JST							
		3 simpul		5 simpul		7 simpul		9 simpul	
		SEC (%)	CV (%)	SEC (%)	CV (%)	SEC (%)	CV (%)	SEC (%)	CV (%)
2	25	1.23	8.61	1.48	10.44	1.20	8.09	1.07	7.69
	30	1.71	11.89	0.98	6.71	1.23	8.67	1.04	7.33
	35	1.26	9.06	1.58	10.95	1.79	12.71	1.20	8.49
	40	1.18	8.13	0.74	5.18	1.35	9.60	1.08	7.83
4	25	0.80	5.60	0.74	5.25	0.83	5.65	0.87	6.00
	30	0.91	6.32	0.63	4.30	0.88	6.21	0.64	4.50
	35	0.92	6.66	0.54	3.76	0.92	6.50	0.71	5.02
	40	0.87	5.99	0.65	4.52	0.78	5.56	0.86	6.21
6	25	0.76	5.31	0.54	3.82	0.56	3.76	0.67	4.82
	30	0.79	5.52	0.50	3.40	0.52	3.66	0.37	2.64
	35	0.71	5.11	0.52	3.59	0.44	3.09	0.54	3.80
	40	0.47	3.21	0.55	3.83	0.44	3.07	0.69	4.98

Tabel 12 Pengaruh jumlah PC, jumlah iterasi dan jumlah simpul pada lapisan tersembunyi JST terhadap SEP (%) validasi serat kasar

Jumlah PC	Jumlah Iterasi (000)	Jumlah simpul pada lapisan tersembunyi JST							
		3 simpul		5 simpul		7 simpul		9 simpul	
		SEP (%)	CV (%)	SEP (%)	CV (%)	SEP (%)	CV (%)	SEP (%)	CV (%)
2	25	1.86	13.20	1.42	9.85	2.26	17.47	2.46	16.64
	30	0.92	6.61	1.39	10.18	1.43	10.31	1.23	8.55
	35	1.81	12.33	1.35	9.70	1.00	7.10	1.38	9.92
	40	1.41	10.28	1.48	10.42	1.09	7.63	1.72	11.75
4	25	2.14	15.28	2.08	14.45	1.94	15.02	1.45	10.52

	30	1.43	10.24	2.15	15.79	1.35	9.59	1.51	10.51
	35	2.35	15.97	1.78	12.77	1.47	10.47	1.37	9.79
	40	1.42	10.32	1.54	10.84	2.12	14.86	1.46	10.15
6	25	1.82	12.92	1.41	9.84	1.96	15.16	2.56	17.29
	30	1.15	8.23	1.40	10.28	1.20	8.55	1.73	12.01
	35	1.74	11.86	1.95	13.94	1.65	11.79	1.64	11.78
	40	1.43	10.40	1.66	12.00	1.56	11.13	1.82	12.45