



PENDUGAAN KANDUNGAN ENERGI BRUTO TEPUNG IKAN MENGUNAKAN TEKNOLOGI *Near Infrared* (NIR)

(Prediction of the Gross Energy for Fishmeal using Near Infrared Reflectant (NIR) Technology)

Ati Atul Quddus¹

¹Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan

Fakultas Pertanian Universitas Garut

Email : atiquddussyiful@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menduga kandungan energi bruto tepung ikan untuk bahan pakan ternak menggunakan teknologi Near Infrared (NIR). Tepung ikan yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari poultry shop yang ada di beberapa daerah di Indonesia dan industri pakan ternak. Penelitian ini menggunakan 50 tepung ikan. Tiga puluh lima sampel digunakan untuk kalibrasi, sedangkan 15 sampel digunakan untuk validasi. Pengukuran NIR reflektan menggunakan sistem NIR. Energi bruto diukur menggunakan *bomb calorimeter*. Data dianalisis dengan menggunakan regresi linier berganda (RLB) dan *Principal Component Regression* (PCR). Persamaan kalibrasi dari reflektan dianalisis menggunakan 29 panjang gelombang untuk memprediksi energi bruto. Hasil dari validasi menunjukkan akurasi yang tinggi dengan standar eror dan koefisien variasi untuk energi bruto yaitu 6,6 Kkal/Kg dan 0,2%. Persamaan kalibrasi dari metode PCR menggunakan data absorban. Hasil dari validasinya menunjukkan kurang akurasi dengan nilai standar eror dan koefisien variasi yaitu 119,2 Kkal/kg dan 4,16%.

Kata kunci : energi bruto, NIR, RLB, PCR

Abstract

This experiment was aimed to predict gross energy (GE) content of fishmeal by using Near Infrared (NIR) technology. Fishmeal that was used in this experiment was obtained from the poultry shop in several regions in Indonesia and from animal feed industries. This experiment was conducted by using 50 fishmeals. Thirty five samples out of 50 samples fishmeal was used to develop the NIR of calibration and the rest 15 samples was used to test the accuracy of the calibration. NIR reflectant was measured by NIR system. Gross energy was measured by bomb calorimeter. Collected data were analyzed by using multivariate linier regression (MLR) and principal component regression (PCR). Calibration equation of reflectant was analyzed by using 29 wavelengths for predicting GE. The results of the validation indicated high accuracy with standard error and coefficient of variation for GE: $SEp = 6.6$ Kkal/Kg, $CV = 0.2\%$. Calibration equation was obtained from PCR method by using absorbent data. The result of the validation indicated less accuracy with standard error and coefficient of variation for GE: $SEp = 119.92$ Kkal/Kg, $CV = 4.16\%$.

Keywords : *Gross Energy, Near infrared Reflectant (NIR), fishmeal, Multivariate Linier Regression (MLR), Principal Component Regression (PCR)*

1 Pendahuluan

Sejalan dengan berkembangnya industri peternakan dan budidaya ikan atau udang, kebutuhan tepung ikan selalu meningkat. Sampai saat ini tepung ikan masih diimpor dari beberapa negara seperti Chili, Peru dan Thailand (Sunarya dan Djazuli, 1998). Impor tepung ikan Indonesia pada tahun 2002 adalah sebesar 524.120 ton (Statistik Hasil Impor Perikanan, 2004), sedangkan produksi tepung ikan lokal pada tahun yang sama adalah sebesar 8.346 ton (Statistik Perikanan Indonesia, 2004).

Metode konvensional Association Official Analytical Chemist (AOAC, 1999) untuk menentukan kandungan gizi bahan pakan membutuhkan bahan kimia dan peralatan yang beragam, waktu yang lama dan prosedur yang rumit, sehingga membutuhkan biaya yang mahal. Berdasarkan permasalahan tersebut perlu dicarikan metode alternatif untuk mengetahui nilai gizi bahan pakan dengan cepat, murah, mudah dan keakuratannya dapat dipertanggungjawabkan. Salah satu teknik tersebut adalah pengukuran reflektan cahaya near infrared (NIR) yang dipancarkan ke bahan. Data dipengaruhi oleh jumlah dan tipe ikatan C-H, N-H dan O-H bahan yang dianalisis. Karakteristik tersebut erat hubungannya dengan komposisi kimia bahan (Williams dan Norris, 1990; Osborne et al., 1993). Keuntungan metode ini adalah dalam pengukuran spectra NIR dapat dilakukan tanpa persiapan sampel yang rumit karena dapat dilakukan langsung pada material yang utuh atau bisa juga pada sampel dalam bentuk tepung.

Near Infrared (NIR) merupakan salah satu metode analisis untuk mengukur kandungan kimia bahan dengan cepat, tanpa merusak dan hanya membutuhkan contoh (sample) sederhana untuk persiapan. Oleh karena itu, pengukuran dapat dilakukan dengan cepat, murah dan tanpa bahan kimia. Tujuan penelitian ini adalah mengkaji metoda NIR untuk memprediksi kandungan energi bruto tepung ikan. Hasil penelitian akan dapat membantu industri makanan ternak memformulasikan ransum secara adaptif sesuai dengan kandungan gizi bahan yang digunakan pada saat ini.

2 Metodologi

2.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Teknologi Pengolahan Pangan dan Hasil Pertanian (TPPHP) Departemen Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian IPB, Laboratorium Terpadu IPB, Laboratorium Ilmu dan Teknologi Pakan Departemen Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan Fakultas Peternakan IPB. Lamanya penelitian dari Maret sampai Desember tahun 2005.

2.2 Materi Penelitian

Bahan utama yang digunakan adalah tepung ikan. Sistem NIR merupakan modifikasi dari rancangan Budiastira et al. (1995). Sistem ini terdiri dari unit optik dan unit elektronik yaitu : lampu halogen 150 watt (AT-100GH), pemutus cahaya (Chopper, AT-100CH), Penyaring cahaya (Light Filter) Monokromotor (grating monochromator, SPG-100IR), Pengumpul Cahaya (integrating sphere, ISR-200), yang terdiri dari; Sensor dan lensa optik serta sensor Pbs, penguat (Lock in Amplifier, AT-100AM), Interface (FCL 812 PG), rangkaian keluaran digital, komputer. Metode yang digunakan dalam penelitian antara lain adalah sebagai berikut:

Pengukuran Pantulan Spektrum

Pemantulan dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$R = \frac{V \text{ contoh}}{V \text{ standar}}$$

Dimana :

$$V \text{ contoh} = \text{tegangan pantulan} \frac{\text{contoh}}{\text{sampel}} (\text{volt})$$

$$V \text{ standar} = \text{tegangan pantulan standar putih} (\text{volt})$$

Data absorbansi diperoleh dengan cara mentransformasikan nilai reflektan/ pantulan kedalam bentuk log (1/R).

Metoda Analisa Energi Bruto

Metoda analisis yang digunakan adalah AOAC tahun 1999. Jumlah Energi Bruto (EB) suatu bahan makanan ternak ataupun ransum didapatkan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Energi Bruto (EB)} = \frac{(b - a) \times 2589 - k - ti}{\text{Berat sample}}$$

= X kalori/ gram.

Keterangan :
b = suhu akhir °F
a = suhu awal °F
k = kawat platina terbakar (kalori)
ti = volume Na₂CO₃ yang digunakan untuk mencapai titik akhir titrasi.
w = 2589 (*Water Equiva*)

2.3 Pengolahan dan Analisis Data

Data-data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan bantuan program statistika komputer antara lain adalah SPSS, Minitab dan Microsoft Excel. Analisis data meliputi kalibrasi dan validasi pantulan (R) maupun data absorbansi (log 1/R). Dari seluruh sampel yang diukur akan dibagi dua bagian yaitu untuk proses kalibrasi dan validasi. Jumlah sampel untuk kalibrasi sebanyak 2/3 total sampel sedangkan jumlah sampel validasi sebanyak 1/3 total sampel.

a. Kalibrasi

Metode Regresi Linier Berganda

Proses kalibrasi ini dilakukan untuk menentukan hubungan antara energi metabolis tepung ikan dengan data reflektan NIR maupun dengan data absorbansi NIR. Persamaan kalibrasi dapat dibangun dengan menggunakan persamaan regresi linier berganda (Mattjik dan Sumertajaya, 2002) :

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_nX_n$$

Keterangan :

Y = Kandungan energi bruto/energi metabolis

a&b = Konstanta regresi

X = Reflektan/ absorbansi pada panjang gelombang tertentu.

Metode Principal Component Regression (PCR)

Persamaan kalibrasi dapat dibangun dengan menggunakan persamaan principal component regression (Mattjik dan Sumertajaya, 2002):

$$Y = a + b p_1 + c p_2 + d p_3 + \dots + n p_n$$

Keterangan :

Y = kandungan energi bruto/ energi metabolis

a, b, c, = konstanta

p = komponen utama pada panjang gelombang tertentu.

b. Validasi

Data kandungan energi metabolis dugaan NIR akan divalidasi dengan data hasil pengujian secara kimiawi / bom kalorimeter di laboratorium kimia dan dibuat hubungan antara keduanya. Setelah itu akan dihitung standard error of validation (SE_p), Coefficient of Variability (CV) dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$SE_p = \sqrt{(\sum(Y_{NIR} - Y)^2) / n}$$

$$CV = \frac{SE}{Y} \times 100\%$$

Keterangan :

SE_p = *standard error* validasi (Kkal/Kg)

Y_{NIR} = nilai energi bruto/energi metabolis dugaan NIR (Kkal/Kg).

Y = nilai energi bruto/energi metabolis dengan analisis proksimat (Kkal/Kg).

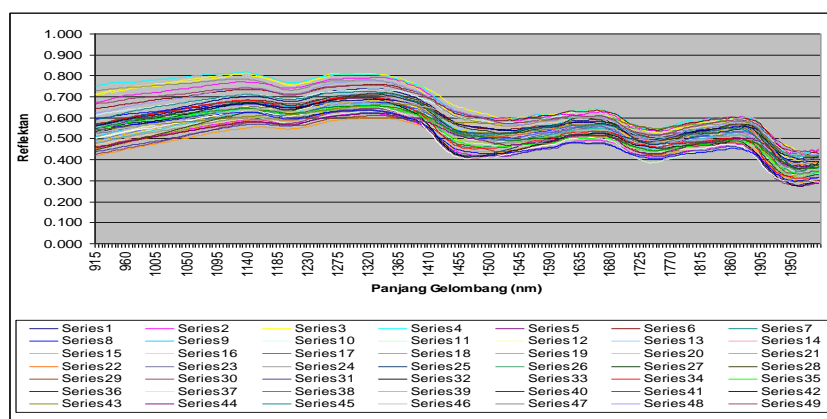
n = jumlah sampel (buah).

CV = koefisien keragaman (%).

3 Hasil dan Pembahasan

Reflektan Near Infrared Tepung Ikan

Perangkat NIR yang digunakan menghasilkan data pengukuran berupa data reflektan radiasi NIR dengan panjang gelombang 900-2000 nm dengan interval 5 nm. Reflektan NIR pada setiap sampel jagung memiliki tingkat pantulan yang berbeda. Hal ini ditunjukkan pada gambar berikut :

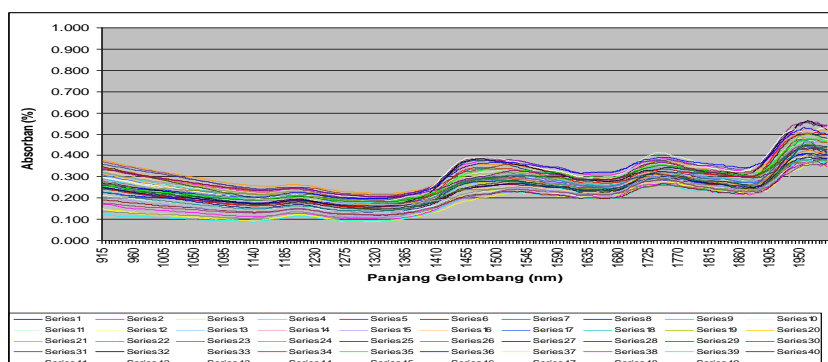


Gambar 1. Reflektan 50 buah sample tepung ikan

Pantulan gelombang NIR yang berbeda tersebut menunjukkan bahwa setiap tepung ikan memiliki kandungan komposisi kimia yang berbeda termasuk didalamnya adalah kandungan energi metabolis.

Absorbansi Near Infrared Tepung Ikan

Karakteristik serapan panjang gelombang NIR pada sampel tepung ikan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Absorbansi Near Infrared Tepung Ikan

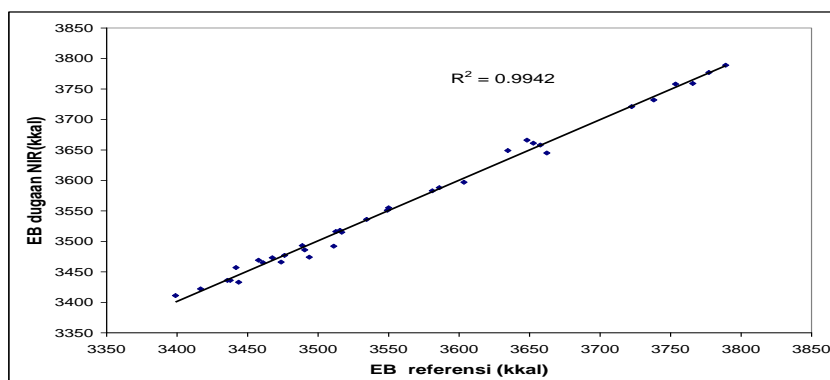
Penyerapan panjang gelombang tertentu oleh kandungan kimia tertentu ditunjukkan oleh terjadinya puncak-puncak gelombang pada kurva absorpsi NIR. Semakin besar kandungan kimia suatu bahan, maka penyerapan akan semakin besar atau puncak gelombang semakin tinggi.

Hasil Analisis Data dengan Regresi Linier Berganda

Analisis data terhadap energi bruto dilakukan pada reflektan maupun pada data absorbansi.

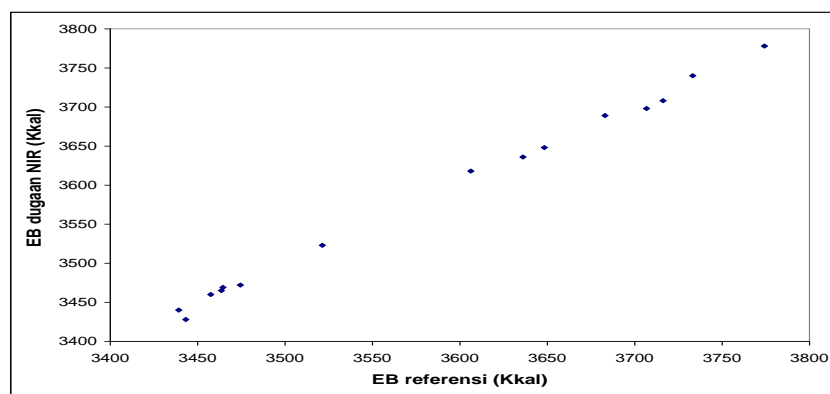
1. Pendugaan Energi Bruto berdasarkan Reflektan

Di bawah ini terlihat grafik perbandingan nilai EB hasil uji bom kalorimeter terhadap nilai EB hasil pendugaan NIRsi 50 buah sample tepung ikan.



Gambar 3. Grafik perbandingan nilai energi bruto dugaan NIR dengan analisis proksimat pada tahap kalibrasi 35 sampel.

Kandungan EB didapat dengan memasukkan nilai reflektan tersebut kedalam persamaan kalibrasi yang telah diperoleh. Angka yang dihasilkan pada perhitungan berdasarkan persamaan diplot dan dituangkan kedalam bentuk grafik.



Gambar 4. Grafik perbandingan nilai energi bruto dugaan NIR dengan hasil analisis proksimat pada tahap validasi dengan 15 sampel.

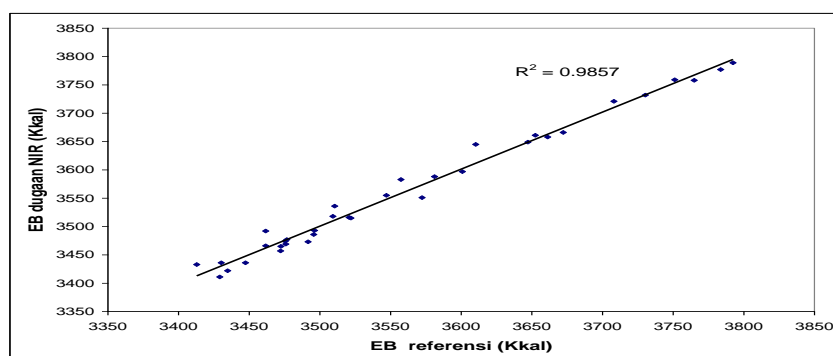
Hasil validasi metoda NIR dalam memprediksi EB disajikan pada Tabel.1. Nilai prediksi NIR mendekati nilai bioassay dimana nilai koefisien determinasinya (R^2) sebesar 0.99. Pendugaan EB dengan teknologi NIR juga dikatakan simultan karena dengan menggunakan satu set data reflektan pada panjang gelombang tertentu dapat digunakan untuk menganalisis semua kandungan/ komposisi kimia suatu bahan dalam satu kali pengukuran. Hasil validasi metoda NIR dalam memprediksi EB disajikan pada Tabel1.

Hasil ini membuktikan bahwa persamaan kalibrasi yang diperoleh dari 35 sampel melalui metode stepwise dapat digunakan. Pada tabel dapat dilihat bahwa antara nilai energi bruto yang diuji secara proksimat dengan nilai energi bruto berdasarkan dugaan NIR tidak menunjukkan selisih yang jauh, bahkan pada sampel tertentu menunjukkan nilai energi bruto yang sama.

Tabel 1. Hasil validasi pendugaan energi bruto berdasarkan reflektan NIR

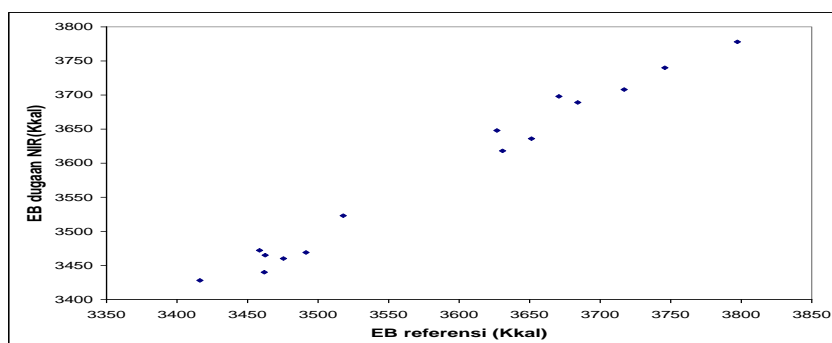
No.	No. Sampel	EB(energi bruto)	
		Proksimat (Kkal/Kg)	Prediksi NIR (Kkal/Kg)
1	3	3523	3521
2	5	3440	3439
3	8	3636	3636
4	9	3472	3475
5	10	3689	3683
6	15	3648	3648
7	16	3428	3443
8	22	3740	3733
9	24	3698	3707
10	25	3778	3774
11	32	3469	3465
12	38	3460	3458
13	45	3618	3606
14	47	3708	3716
15	48	3465	3464
SEp (Kkal/Kg)		6.6	
CV (%)		0.2	

Pendugaan Nilai Energi Bruto berdasarkan Absorban



Gambar 5. Grafik perbandingan nilai energi perbandingan nilai energi bruto dugaan NIR dengan hasil analisis proksimat pada tahap kalibrasi 35 sampel.

Perbandingan nilai energi bruto hasil analisis proksimat dan nilai energi bruto hasil dugaan NIR berdasarkan persamaan pada tahap validasi. Angka yang dihasilkan pada perhitungan berdasarkan persamaan diplot dan dituangkan kedalam bentuk grafik seperti berikut



Gambar 6. Perbandingan nilai energi bruto dugaan NIR dengan hasil analisis proksimat pada tahap validasi 15 sampel.

Nilai prediksi NIR mendekati nilai uji kimia yang ditunjukkan dengan nilai koefisien determinasi (R^2) yang mendekati 1 yaitu 0.98. Hasil validasi metoda NIR dalam memprediksi energi bruto disajikan dalam Tabel 2.

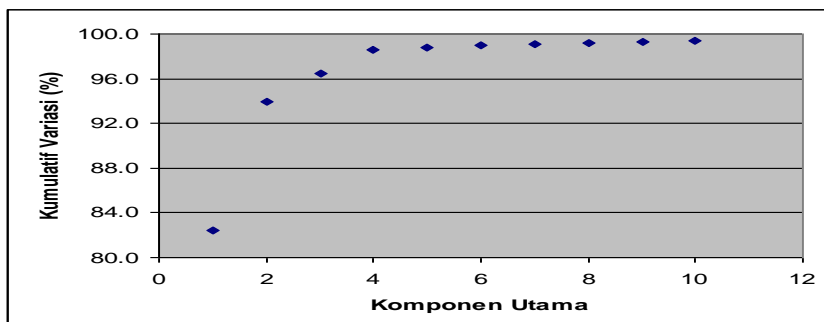
Berdasarkan hasil pada Tabel 2. dapat dilihat bahwa nilai energi bruto yang diuji secara kimia dengan nilai energi bruto berdasarkan dugaan NIR tidak menunjukkan selisih yang jauh berbeda. Jika pada persamaan berdasarkan data reflektan dapat ditemui nilai EB uji kimia dengan EB prediksi NIR yang tepat sama untuk sampel tertentu, maka pada nilai EB validasi yang dihitung berdasarkan persamaan kalibrasi dengan data absorban tidak ada yang sama. Hasil ini membuktikan bahwa persamaan kalibrasi yang diperoleh dari 35 sampel melalui metode stepwise dapat digunakan, namun jika dibandingkan dengan nilai SEp dan CV nilai energi bruto berdasarkan reflektan maka persamaan kalibrasi yang baik digunakan untuk menduga EB adalah yang berdasarkan reflektan.

Tabel 2. Hasil validasi pendugaan energi bruto berdasarkan absorban NIR

No	No. Sampel	EB (energi bruto)	
		Proksimat (Kkal/Kg)	Prediksi NIR (Kkal/Kg)
1	3	3523	3518
2	5	3440	3462
3	8	3636	3651
4	9	3472	3459
5	10	3689	3684
6	15	3648	3627
7	16	3428	3416
8	22	3740	3746
9	24	3698	3671
10	25	3778	3797
11	32	3469	3491
12	38	3460	3475
13	45	3618	3631
14	47	3708	3717
15	48	3465	3463
SEp (Kkal/Kg)		15.6	
CV (%)		0.4	

2. Analisis Data dengan Principal Component Regression

Pada analisis data dengan menggunakan Principal Component Regression (PCR) ini, data yang digunakan adalah data absorbansi atau serapan. Metode reduksi data yang digunakan adalah analisis komponen utama.



Gambar 7. Grafik kumulatif variasi sebagai fungsi dari jumlah komponen utama

Berdasarkan Gambar 7. dapat dilihat bahwa dua komponen utama pertama merupakan komponen utama yang menjelaskan keragaman terbesar dengan proporsi keragaman komponen utama adalah 82.4 % dan 11.6 %. Keragaman yang mampu diterangkan oleh 10 komponen utama pertama sebesar 99.4 %.

4. Pendugaan Nilai Energi Bruto Absorban

Analisis dilanjutkan dengan metoda regresi untuk nilai energi bruto menggunakan program MINITAB Release 13.3 for Windows. Analisis berdasarkan komponen utama data reflektansi diperoleh persamaan regresi sebagai berikut:

$$\text{EB bahan} = 3569 - 0.26 Z_1 + 3.49 Z_2 + 0.11 Z_3 - 6.07 Z_4 + 1.3 Z_5 + 47.3 Z_6 + 4.5 Z_7 + 44.0 Z_8 - 35.6 Z_9 - 63.9 Z_{10}$$

Persamaan yang diperoleh maka dapat dilakukan pendugaan terhadap nilai energi bruto, dengan memasukkan nilai dari komponen utama yang diberi tanda huruf Z. Angka-angka yang terdapat sebelum huruf Z merupakan konstanta regresi yang didapat pada metode PCR.

Nilai EB prediksi NIR diperoleh dengan memasukkan nilai reflektansi pada panjang gelombang yang terpilih kedalam persamaan kalibrasi berdasarkan komponen utama. Nilai EB uji kimia diperoleh langsung dari laboratorium setelah melakukan beberapa tahapan. Tabel.6 diatas menunjukkan bahwa nilai EB yang diperoleh dari pengujian secara uji kimia memiliki selisih yang cukup jauh dengan pengujian nilai EB yang dilakukan dengan menggunakan NIR. Standard error yang didapat pada tahap validasi EB berdasarkan absorbansi adalah 119.92 Kkal/Kg dan CV 4.16 %

Tabel 3. Hasil validasi energi bruto absorban

No.	No. Sampel	EB (energi bruto)	
		Proksimat (Kkal/Kg)	Prediksi NIR (Kkal/Kg)
1	8	3636	3496
2	45	3465	3580
3	23	3759	3572
4	27	3649	3526
5	38	3460	3597
6	40	3518	3512
7	42	3551	3601
8	44	3493	3617
9	49	3666	3623
10	50	3474	3564
		SEP (Kkal/Kg)	119.92
		CV (%)	4.16

4 Kesimpulan

Persamaan kalibrasi dengan regresi linier berganda (RLB) yang menggunakan data reflektan dan absorban menghasilkan nilai prediksi EB yang sangat baik.

Waktu pengumpulan ekskreta yang hanya 24 jam, menyebabkan masih banyaknya sisa tepung ikan pada tembolok ternak atau ayam.

Persamaan kalibrasi yang dirancang menggunakan data reflektan (29 panjang gelombang terpilih untuk EB) dapat digunakan untuk memprediksi EB. Nilai SEP untuk EB 6.6 Kkal dan CV = 0.2 %

Persamaan kalibrasi juga menggunakan metode Principal Component Regression (PCR), setelah melakukan perhitungan yang optimal menghasilkan 10 komponen utama.

Pendugaan nilai energi bruto dan energi metabolis menggunakan metoda Principal Component Regression (PCR) menunjukkan hasil yang kurang akurat dibandingkan regresi berganda. Nilai SEP untuk EB 119.92 Kkal dan CV = 4.16 %

5 Ucapan Terimakasih

Terimakasih penulis ucapkan kepada Bapak Dr. Ir. I. Wayan Budiastira, M.Agr dan Prof. Dr.Ir. Wiranda G. Piliang, M.Sc yang telah banyak memberikan masukan dan arahan selama penelitian ini dilaksanakan. terimakasih Ayahanda H. Syaiful Anwar, Bc.An, Ibunda Hj. Nursimah Syair, Suamiku Mln. Nur Ahmad Firmansyah, S.Pd, ananda Faris Mubarak Ahmad Firmansyah, Farras Adil Ahmad Sakhyy, Fathir Abdul Mukmin, kakak-kakak: Azhar Ahmad, Ir. Nen Zainab, Dra. Mubarakah, Ir. Mubarak Ahmad, M.A Khalid, A.Md, Nasir Ahmad, SE, Ida Amatusyakur, S.Pd, M.Raffi, Pada kesempatan ini penulis juga mengucapkan terimakasih yang

sebesar-besarnya kepada Prof. Dr. Ir. Hadi K. Purwadaria, Ipm, Dr. Ir. Suroso, M.Agr, Dr.Ir. Usman Ahmad, M.Agr, Bapak Sulyaden (Kepala Lab. TPPHP) , Ibu Widya, Ibu Lanjarsih (Teknisi Lab.Nutrisi Unggas) atas segala bantuan yang telah penulis terima, TPP angkatan 2002, 2003, 2004, PTK 2003. Keluarga besar IMPACS, Assabily crew

6 Daftar Pustaka

- [AOAC] Association Official Analytical Chemist. (1999). *Official methods of Analysis*. 16 th ed.; AOAC International, Maryland USA.
- Budiastra IW, Purwadaria HK, Saputra D. (1995). Penerapan teknologi near infrared untuk rekayasa alat sortasi buah mangga. *Makalah Kongres Ilmu Pengetahuan Nasional*, Serpong 13 – 16 September 1995.
- Mattjik AA, Sumertajaya M. (2002). *Rancangan Percobaan dengan Aplikasi SAS dan Minitab jilid I*. IPB Press.
- [NRC] National Research Council. (1994). *Nutrient Requirements of Poultry*. 9th Revised Ed. National Academic Press. Washington DC.
- Statistik Impor Hasil Perikanan. (2004). *Statistik Impor Hasil Perikanan*. Direktorat Jenderal Perikanan. Departemen Pertanian. Jakarta.
- Statistik Perikanan Indonesia. (2004). *Statistik Perikanan Indonesia tahun 2004*. Direktorat Jenderal Perikanan. Departemen Pertanian, Jakarta.
- Sunarya, Djazuli N. (1998). *Pengembangan tepung ikan di Indonesia*. Balai Bimbingan dan Pengujian Mutu Hasil Perikanan. Direktorat Jenderal Perikanan, Jakarta.
- Williams P, Norris K. (1990). *Near Infrared Technology in the Agricultural and Food Industries*. American Association of Cereal Chemist, Inc. St.Paul, Minnesota, USA. Desember 1997. Taipeh