

**QUALITY CONTROL IMPLEMENTATION FOR ACCURATION AND PRECISION OF
PROTEIN ANALYSIS**

**IMPLEMENTASI PENGENDALIAN KUALITAS AKURASI DAN PRESISI HASIL
ANALISIS PROTEIN**

Dian Ayu Afifah¹, M.Muslihudin², Devy Cendekia²

E-mail: dianayu@polinela.ac.id

ABSTRACT

Quality assurance is a way to assure customers that the quality of laboratory test results has met the requirements. The stability of a measuring instrument is important. This is necessary to obtain good results of measurement and product quality. This research was conducted to see the stability of a protein measurement method for cookies as to guarantee the quality of the resulting data. The data used are the accuracy and precision data of protein testing on tilapia-nutrified cookies. The data were analyzed using the Quality Control Statistics method with the X control chart as the accuracy quality control chart and the control chart (R) as the precision control chart. The results obtained are the control line on graphic X, the accuracy is acceptable because the data is between the UWL and LWL (2SD) lines, and the data will be warned if the data is between UCL and LCL. On the R chart, precision is acceptable because the data is below between 2 sd or below the UWL. The data is declared outlier if the accuracy and precision data are outside the UCL and LCL lines.

Keywords: accuracy, precision, control chart, X chart, R chart

ABSTRAK

Jaminan mutu merupakan suatu cara untuk meyakinkan pelanggan bahwa kualitas hasil uji laboratorium yang dihasilkan sudah memenuhi persyaratan. Kestabilan pada suatu alat pengukuran merupakan hal yang penting. Hal ini diperlukan untuk memperoleh hasil pengukuran dan mutu produk yang baik. Penelitian ini dilakukan untuk melihat kestabilan suatu metode pengukuran protein pada kue kering sehingga dapat menjamin kualitas data yang dihasilkan. Data yang digunakan adalah data akurasi dan presisi pengujian protein pada kue kering yang dinutrifikasiikan tepung ikan nila. Data tersebut dianalisis menggunakan metode Statistika Pengendalian Mutu dengan diagram grafik kendali X sebagai grafik kendali mutu akurasi dan grafik kendali (R) sebagai grafik kendali presisi. Adapun hasil yang diperoleh adalah garis kendali pada grafik X, akurasi dapat diterima karena data berada diantara garis UWL dan LWL (2SD), dan data akan diperingatkan jika data tersebut berada diantara UCL dan LCL. Pada grafik R, presisi dapat diterima karena data berada di bawah antara 2 sd atau di bawah garis UWL. Data dinyatakan outlier jika data akurasi dan presisi berada di luar garis UCL dan LCL.

Kata kunci: akurasi, presisi, peta kendali, peta kendali X, peta kendali R

PENDAHULUAN

Mengontrol dan meningkatkan kualitas menjadi suatu strategi bisnis yang penting bagi organisasi (produsen dan distributor), perusahaan transportasi, lembaga pemerintah dan

penyedia layanan analisis (laboratorium). Kualitas adalah suatu keunggulan dari suatu bisnis yang dapat meningkatkan kepercayaan konsumen terhadap suatu perusahaan.

1) Politeknik Negeri Lampung
2) Politeknik Negeri Lampung

Pada ISO/IEC 17025:2017 klausul 7.7.1 sistem mutu laboratorium harus memiliki prosedur yang digunakan sebagai pedoman keabsahan suatu hasil analisis. Data yang dihasilkan harus dicatat sehingga trend data yang dihasilkan dapat terdeteksi dan apabila memungkinkan adanya penerapan metode statistika untuk mengkaji ulang hasil analisis, sehingga data yang diperoleh dapat berkualitas dan memuaskan konsumen. Dengan kata lain laboratorium harus menerapkan *Quality Assurance* (QA) dan *Quality Control* (QC).

Jaminan mutu (*Quality Assurance*) adalah bagian dari jaminan mutu dimana kegiatan yang dilakukan secara terstruktur dan terencana yang diterapkan dalam system manajemen mutu laboratorium sehingga memperoleh data hasil pengujian yang berkualitas. Penjaminan Mutu Analisis (PMA) adalah serangkaian prosedur untuk menjamin bahwa data hasil analisis yang dihasilkan merupakan data yang berkualitas. Tingkatan penjaminan mutu analisis meliputi validasi metode analisis, penjaminan mutu internal dengan peta kendali, penjaminan mutu eksternal yang dapat dilakukan dengan uji banding antar laboratorium dan akreditasi sesuai ISO 17025:2017⁽⁸⁾.

Pengendalian mutu (*quality control*) adalah suatu tahapan yang merupakan bagian dari manajemen mutu, dengan kata lain pengendalian mutu adalah suatu tahapan pengujian yang dilakukan untuk mengevaluasi teknis pengujian. Untuk menjamin dan memastikan bahwa metode analisis yang digunakan masih bersifat valid, maka perlu dilakukan penjaminan mutu internal. Penjaminan mutu internal (*Internal Quality Control*) adalah serangkaian prosedur yang dilakukan oleh laboran untuk melakukan pemantauan secara kontinyu terhadap hasil analisis yang dilakukan di laboratorium, sehingga mendapatkan hasil analisis suatu sampel yang dapat diandalkan, yaitu hasil analisa yang telah terjamin akurasi dan presisinya⁽³⁾.

Grafik kendali dikembangkan untuk mengendalikan rekayasa proses produksi dari suatu system pengukuran atau pengujian. Penerapan grafik kendali

pada pengendalian mutu internal adalah untuk mengendalikan akurasi dan presisi, sehingga masih berada dalam batas yang ditetapkan. Grafik kendali yang umum digunakan pada laboratorium adalah grafik kendali akurasi dan presisi⁽⁶⁾. Grafik kendali akurasi sering disebut sebagai grafik rerata (*X-Chart*) atau persen uji temu balik (*recovery test, %R-Chart*). Grafik kendali presisi diungkapkan sebagai rentang (R) yang merupakan selisih hasil pengujian terbesar dan terkecil pada suatu pengulangan pengujian. Tujuan dari penerapan grafik X dan grafik R sebagai kendali mutu pengujian protein, sehingga dapat menjamin keabsahan (kualitas) data yang diperoleh, karena data pengujian yang dihasilkan di laboratorium dapat dianggap sebagai suatu produksi dari laboratorium⁽⁴⁾.

METODOLOGI PENELITIAN

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data primer berupa data total protein yang diperoleh dari analisis total protein pada kue kering yang telah dinutrifikasi ikan nila menggunakan metode kjeldahl yang dimodifikasi. Sampel kue kering yang telah dinutrifikasi ikan nila adalah kue kering yang diberi tepung ikan nila dengan metode substitusi terhadap tepung terigu. Komposisi daging ikan nila yang digunakan adalah 45% dari komposisi tepung terigu. Setelah dilakukan analisis total protein, maka data total protein yang diperoleh digunakan untuk peta kendali akurasi dan presisi

Analisis Protein

Analisis total N ini menggunakan analisis dengan metode Kjeldahl. Metode penentuan N-Total cara Kjeldahl diadopsi dari (AOAC, 2001) yang dimodifikasi pada tahap destilasi dan titrasi. Sampel ditimbang 1 g, kemudian dihaluskan menggunakan mortir dan stamper. Sampel yang telah halus dimasukkan ke dalam labu Kjeldahl. Kemudian ditambahkan 7 g K₂SO₄; 0,8 g CuSO₄, dan 12 mL H₂SO₄ pekat ke dalam labu. Semua bahan dalam labu Kjeldahl dipanaskan dalam lemari asam selama 60 menit. Kemudian didinginkan selama 10-20 menit. Setelah dingin

ditambahkan akuades dengan hati-hati hingga volume total 80 mL. Tambahkan NaOH 40 % (w/w) sebanyak 50 mL. Kemudian dilakukan distilasi, distilat yang diperoleh ditampung dalam erlenmeyer yang berisi 100 mL larutan HCl 0,1 N.

Distilasi dilakukan hingga distilat yang diperoleh sebanyak 150 mL. Distilat yang diperoleh dititrasi dengan larutan standar NaOH 0,1 M dengan indikator fenolftalein sampai warna merah muda terbentuk. Setelah itu dibuat juga larutan blanko dengan mengganti sampel dengan aquades, lakukan destruksi, distilasi, dan titrasi seperti pada sampel. Setelah proses titrasi selesai dilakukan perhitungan kadar nitrogen untuk mendapatkan Total Kjeldahl Nitrogen.

Peta Kendali

Peta atau grafik kendali adalah suatu alat yang digunakan untuk memonitor suatu proses terkendali atau tidak. Peta atau grafik kendali sering disebut *control chart* atau *shewart chart*. Peta kendali ini pertama kali dibuat oleh Walter A. Shewart. Nilai karakteristik peta kendali di gambarkan dengan hasil pengukuran persen total protein sebagai sumbu vertikal (y) dan karakter kualitas adalah deretan pengamatan yang dilakukan secara berulang sebagai sumbu horizontal (x) (Klein, 2000). Peta kendali yang digunakan pada laboratorium pengujian kimia biasanya menggunakan peta kendali $\bar{x} - R$. Grafik \bar{x} adalah grafik untuk kendali akurasi dan grafik R untuk kendali presisi.

1. Peta kendali \bar{x}

Peta kendali \bar{x} merupakan peta kendali variabel yang dapat membantu pengambilan keputusan mengenai kualitas proses. Peta kendali rata-rata (\bar{x}) adalah merupakan peta kendali yang digunakan untuk melihat apakah suatu proses masih berada dalam batas atau standar pengendalian yang digunakan. Peta kendali ini biasanya digunakan untuk kendali akurasi (*recovery*)⁽⁹⁾.

Akurasi adalah ukuran yang menunjukkan derajat kedekatan hasil analisis dengan kadar analit yang

sebenarnya. Akurasi dinyatakan sebagai persen perolehan kembali analit yang ditambahkan. Kecermatan hasil analisis sangat tergantung kepada sebarang alat sistematis di dalam keseluruhan tahapan analisis. Kecermatan dapat ditentukan dengan dua cara, yaitu metode simulasi (*spiked place recovery*) atau metode penambahan bahan baku (*standard addition method*)⁽¹⁾.

Peta kendali dibuat berdasarkan data pengukuran nilai akurasi persen total protein. Berdasarkan data yang telah diperoleh, dihitung nilai rata-rata (\bar{x}) dan standar deviasi. Pada penelitian ini peta kendali dibuat berdasarkan data akurasi persen total protein kuekering yang ditambahkan dengan spike (konsentrasi arutan standar yang ditambahkan dengan konsentrasi tertentu ke dalam sampel kue kering. Data diperoleh dari waktu yang berbeda. Perhitungan perolehan kembali dapat juga ditetapkan dengan rumus sebagai berikut:

$$\% \text{ perolehan kembali (recovery)} = \frac{(C_1 - C_2)}{C_3} \times 100 \quad (1)$$

Dengan C_1 adalah konsentrasi dari analit dalam campuran sampel ditambah sejumlah analit, C_2 adalah konsentrasi dari analit dalam sampel, dan C_3 adalah konsentrasi dari analit yang ditambahkan kedalam sampel⁽¹⁾.

2. Peta kendali R

Peta kendali ini digunakan untuk presisi atau ketelitian hasil pengujian. Pada penelitian ini dilakukan pengulangan untuk sampel yang sama. Presisi atau *precision* adalah ukuran yang menunjukkan ukuran keterulangan metode analisis dan biasanya diekspresikan sebagai simpangan baku relative dari sejumlah sampel yang berbeda signifikan secara statistik. Presisi diukur sebagai simpangan baku atau simpangan baku relatif (koefisien variasi).

Precision dapat dinyatakan sebagai *repeatability* (keterulangan) atau

reproducibility (ketertiruan). Presisi seringkali diekspresikan dengan standar deviasi (SD) atau standar deviasi relatif (RSD) dari serangkaian data. Rumus SD dapat dinyatakan:

$$SD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \quad (2)$$

Dengan SD adalah standard deviasi, \bar{X} adalah rerata pengujian, X_i adalah pengujian ke-n pengulangan, dan n adalah jumlah pengulangan pengujian. Jika pengulangan pengujian dilakukan secara duplo, maka presisi dihitung berdasarkan nilai RPD (Relative Percent Difference), yaitu :

$$\%RPD = \left| \frac{X_1 - X_2}{\bar{X}} \right| \quad (3)$$

Dimana \bar{X} adalah rerata hasil pengujian atau kaliberasi, X_1 adalah hasil pengujian atau kaliberasi pertama dan X_2 adalah hasil pengujian atau kaliberasi kedua. Grafik R dibuat berdasarkan data pengulangan secara duplo atau pengulangan beberapa kali ⁽¹⁾.

Pembuatan Peta Kendali $\bar{x} - R$

Terdapat 6 tahapan yang digunakan dalam membuat peta kendali $\bar{x} - R$.

1. Menentukan jumlah sampel yang diteliti (m) dan banyaknya observasi atau sampel (n)
2. Menghitung nilai rata-rata (\bar{x}) dan range (R) dari setiap sampel

$$\mu + Z_{\alpha/2} \sigma_{\bar{x}} = \mu + Z_{\alpha/2} \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad \text{dan}$$

Misalkan suatu sampel berdistribusi normal dengan rata-rata μ dan standar deviasi σ , dimana μ dan σ diketahui. Jika x_1, x_2, \dots, x_n adalah suatu sampel hasil pengulangan berukuran n, maka rata-rata dari sampel tersebut adalah

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} \quad (4)$$

Jika x_1, x_2, \dots, x_n adalah suatu sampel hasil berukuran n, maka range dari sampel tersebut adalah selisih antara nilai pengamatan terbesar dan terkecil

$$R = x_{max} - x_{min} \quad (5)$$

3. Menghitung nilai rata-rata untuk semua \bar{x} dan range (R)

Misalkan $\bar{x}_1, \bar{x}_2, \dots, \bar{x}_m$ adalah rata-rata dari masing-masing sampel, maka pendugaan untuk μ untuk nilai rata-rata semua \bar{x} adalah

$$\bar{\bar{x}} = \frac{\bar{x}_1 + \bar{x}_2 + \dots + \bar{x}_m}{m} \quad (6)$$

Jika R_1, R_2, \dots, R_m adalah range atau rentang dari m sampel, maka rata-rata dari range adalah

$$\bar{R} = \frac{R_1 + R_2 + \dots + R_m}{m} \quad (7)$$

4. Menghitung batas kendali untuk peta kendali \bar{x}

Apabila dengan selang kepercayaan $1 - \alpha$, untuk setiap nilai rata-rata berada diantara

$$\mu - Z_{\alpha/2} \sigma_{\bar{x}} = \mu - Z_{\alpha/2} \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad (8)$$

Oleh karena itu, jika μ dan σ diketahui maka persamaan 9 dapat digunakan sebagai batas pengendali atas dan batas pengendali bawah peta kendali $\bar{x} - R$. Dengan mengganti $Z_{\alpha/2}$ menjadi 3. Jika menggunakan \bar{x} sebagai penduga μ dan batas yang digunakan adalah 3 sigma. Maka batas kendalinya adalah:

$$\text{Batas kendali atas (UCL)} = \bar{x} + 3\sigma \quad (9)$$

$$\text{Garis tengah (CL)} = \bar{x} \quad (10)$$

$$\text{Batas kendali bawah (LCL)} = \bar{x} - 3\sigma \quad (11)$$

5. Menghitung batas kendali untuk peta kendali R

Penentuan batas kendali peta kendali R, garis tengah ditentukan oleh \bar{R} . Untuk menentukan batas kendali diasumsikan bahwa karakteristik kualitas berdistribusi normal, dimana $\hat{\sigma}_R$ dapat ditentukan distribusi relatif dengan rentang $W = R/\sigma$. Jika standar deviasi dari W adalah d_3 yang merupakan suatu fungsi dari n, maka

$$R = W\sigma \quad (13)$$

maka parameter peta kendali R, dengan batas kontrol 3 sigma adalah

$$\text{Batas kendali atas (UCL}_R) = D_4 \bar{R} \quad (14)$$

$$\text{Garis tengah (LCL}_R) = \bar{R} \quad (15)$$

$$\text{Batas kendali bawah (LCL}_R) = D_3 \bar{R} \quad (16)$$

Nilai D_3 dan D_4 diperoleh dari tabel penentuan garis tengah dan batas pengendali untuk berbagai ukuran sampel (Montgomery, 2009)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menguji total protein pada kue kering yang dinutrifikasi tepung ikan nila. Pada pembuatan kue kering ikan nila, tepung ikan nila ditambahkan bersamaan dengan tepung terigu dengan kadar tepung ikan nila adalah 45%. Kue kering ikan nila yang tersebut diuji total proteinnya menggunakan metode kjeldahl yang dimodifikasi. Total protein pada protein terhadap kue kering yang dinutrifikasi tepung ikan nila yang diulang sebanyak 20 kali. Hasil pengujian total protein dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1.
Data akurasi hasil pengujian kue kering yang dinutrifikasi tepung ikan nila

No	Hasil Pengujian	% Recovery
1	16.274	98.520
2	16.200	98.240
3	16.149	99.796
4	16.268	99.669
5	16.288	99.854
6	16.088	99.563
7	16.300	99.343
8	16.310	99.327
9	15.984	99.437
10	15.797	97.748
11	15.900	98.155
12	15.570	98.080
13	15.578	99.340
14	15.380	98.176
15	15.410	97.904
16	15.491	99.252
17	15.372	99.516
18	15.965	98.712
19	16.073	99.608
20	15.524	99.612
Rata-Rata	15,896	99,612

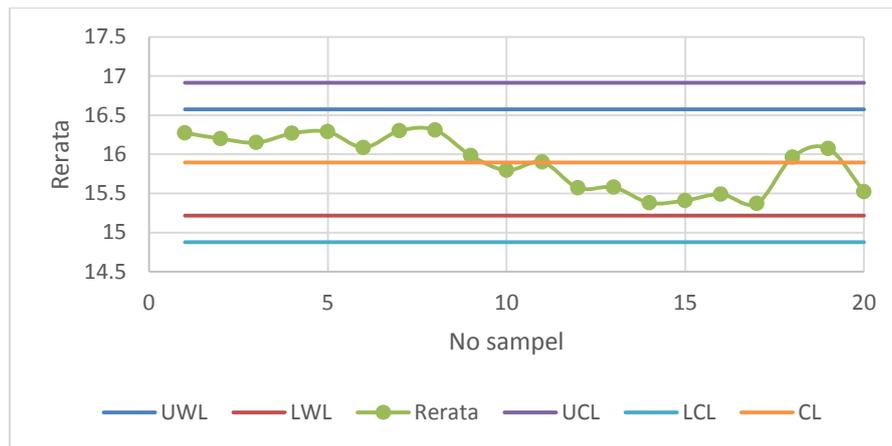
Berdasarkan informasi Tabel 1, data yang digunakan adalah sebanyak 20 data, dimana data tersebut adalah data yang diulang sebanyak 20 kali secara duplo. Rata-rata pengujian total protein adalah 15,8965. Adanya perbedaan hasil pengujian ini bias disebabkan karena

adanya kemungkinan nitrogen (N) pada sampel yang tidak terdestruksi dan tidak semua N yang terdestruksi adalah N dari protein.

Peta Kendali

Peta kendali akurasi dibuat berdasarkan data hasil pengujian total protein sebanyak 20 kali secara duplo. Langkah awal membuat peta kendali akurasi adalah menghitung rata-rata dan simpangan baku. Garis pusat (*center line*) peta kendali diperoleh berdasarkan nilai rata-rata hasil pengujian dari pengukuran data total protein. Batas peringatan atas (*upper warning limit*) dan batas peringatan bawah (*lower warning limit*) ditentukan pada daerah rata-rata ± 2 sd (Konieczka & Namiesnik, 2018). Batas kendali atas (*upper control limit*) dan batas kendali bawah (*lower control limit*) ditentukan menggunakan persamaan 10 dan 12. Peta kendali akurasi (\bar{x} -chart) digunakan untuk mengetahui stabilitas konsentrasi, sedangkan peta kendali akurasi (%Recovery chart) ditetapkan untuk pengujian efisiensi proses *pretreatment* dan preparasi baik secara teknik *spiking* ataupun *certified reference material* (CRM).

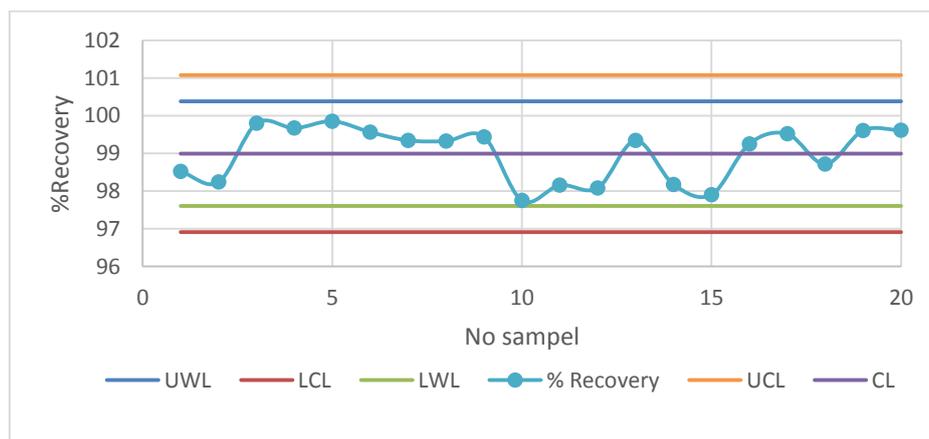
Hasil uji recovery dalam sampel kue kering yang diukur menggunakan metode kjeldahl pada Tabel 2, dapat dilihat rata-rata hasil uji recovery adalah 99,612%. Beberapa faktor yang menyebabkan fluktuasi uji recovery adalah factor instrument yang digunakan, personil analis yang mengoperasikan alat, interferensi unsur-unsur lain pada sampel. Jika batasan keberterimaan uji perolehan kembali (%R) tidak ditentukan dalam metode pengujian yang digunakan pada peta kendali belum ditentukan oleh laboratorium, maka batasan awalnya adalah 98-102% (SNI 2004). Dari hasil uji recovery di atas ditetapkan nilai batas kendali untuk peta kendali \bar{x} sebagai berikut: Batas Peringatan Atas (UWL) adalah 16,575; Batas Kendali Atas (UCL) adalah 16,914; Batas Kendali Bawah (LCL) adalah 14,878; Batas Peringatan Bawah (LWL) adalah 15,217; Garis Pusat (CL) adalah 15,896.



Gambar 1.
Peta Kendali Akurasi \bar{x}

Untuk peta kendali $\%R$ sebagai berikut: Batas Peringatan Atas (UWL) adalah 100,38%; Batas Kendali Atas (UCL) adalah 101,074.

Batas Peringatan Bawah (LWL) adalah 97,605%; Batas Kendali Bawah (LCL) adalah 96,911%; Garis Pusat (CL) adalah 98,99%.



Gambar 2.
Peta Kendali Akurasi R

Dengan melihat data peta kendali pada Gambar 1 dan Gambar 2 di atas, semua data masih berada di daerah aman, yaitu berada di antara batas Kendali atas (UCL) dan batas kendali bawah (LCL), sehingga data tersebut dapat diterima. dan metode uji yang digunakan layak digunakan dan konsisten dari waktu ke waktu.

Peta Kendali Presisi

Peta kendali presisi diperoleh dari hasil pengujian kue kering secara duplo. Berdasarkan data tersebut dihitung %RPD lalu dibandingkan dengan syarat keberterimaan yang ditetapkan oleh

Standar Nasional Indonesia (SNI) adalah $\leq 10\%$ dari hasil pengujian. Peta kendali presisi digambarkan dalam rentang (R) yang merupakan selisih hasil pengujian terbesar dengan terkecil pada suatu pengulangan pengujian. Pada penerapannya di laboratorium, pengulangan pengujian dilakukan secara duplo untuk sampel yang sama. Sumbu x peta kendali ini adalah pengujian berulang dan sumbu y adalah selisih yang dihitung dengan persentase. Data pengujian % RPD terdapat pada Tabel 2 dan hasil plot nilai %RPD pada Gambar 3.

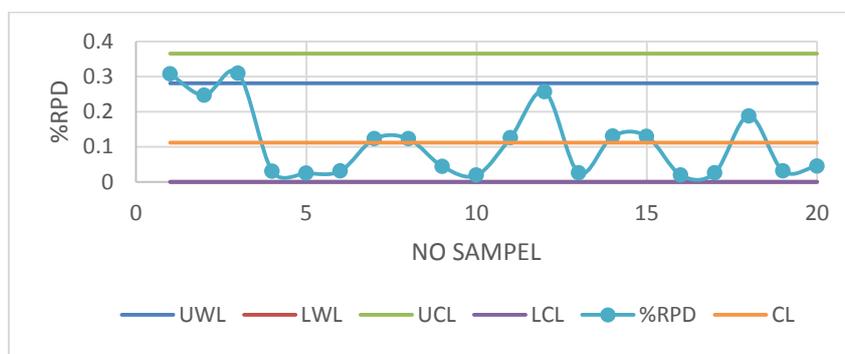
Tabel 2.
Data presisi hasil pengujian kue kering yang dinutrifikasi tepung ikan nila

Hasil Pengujian		Selisih	%RPD
Simplo	Duplo		
16.299	16.249	0.050	0.307
16.220	16.180	0.040	0.247
16.174	16.124	0.050	0.310
16.270	16.265	0.005	0.031
16.290	16.286	0.004	0.025
16.090	16.085	0.005	0.031
16.310	16.290	0.020	0.123
16.320	16.300	0.020	0.123
15.987	15.980	0.007	0.044
15.798	15.795	0.003	0.019
15.910	15.890	0.020	0.126
15.590	15.550	0.040	0.257
15.580	15.576	0.004	0.026
15.390	15.370	0.020	0.130
15.420	15.400	0.020	0.130
15.492	15.489	0.003	0.019
15.374	15.370	0.004	0.026
15.980	15.950	0.030	0.188
16.075	16.070	0.005	0.031
15.527	15.520	0.007	0.045
Rata-Rata		0.018	0.112

Dari Tabel 2 diketahui bahwa nilai pengujian total protein pada kue kering secara duplo tidak lebih dari 10% dari hasil pengujian. Hal ini menunjukkan bahwa metode analisis memiliki presisi yang baik. Presisi yang baik memiliki arti bahwa adanya konsistensi analisis, kestabilan peralatan dan tingkat kesulitan metode pengujian yang digunakan. Hal ini dibuktikan dengan pengulangan yang dilakukan tidak memberikan perbedaan yang signifikan antara tiap pengulangan dan pada peta kendali %RPD dimana semua data masih berada di daerah aman, yaitu berada di

antara batas kendali atas (UCL) dan batas kendali bawah (LCL).

Presisi merupakan pengulangan suatu pengujian yang memiliki tujuan mengukur keragaman hasil pengujian terhadap sampel yang digunakan. Dari hasil %RPD di atas ditetapkan nilai batas kendali untuk peta kendali %RPD, dimana nilai D_4 sebesar 3,268 adalah sebagai berikut: Batas Peringatan Atas (UWL) adalah 0,280; Batas Kendali Atas (UCL) adalah 0,365; Batas Kendali Bawah (LCL) adalah 0; Batas Peringatan Bawah (LWL) adalah 0; Garis Pusat (CL) adalah 0,112.



Gambar 3.
Peta Kendali Presisi %RPD

KESIMPULAN

Grafik kendali sangat penting untuk mengendalikan mutu hasil pengujian secara internal. Melalui pendendalian mutu menggunakan peta kendali, laboratorium dapat memonitor dan memastikan bahwa fluktuasi hasil analisis masih berada pada batas control statistik yang sudah ditetapkan. Pada peta kendali hasil pengujian total protein pada kue kering yang dinutrifikasi tepung ikan nila semua data masih berada di daerah control statistik, yaitu berada di daerah antara batas kendali atas (UCL) dan batas kendali bawah (LCL), sehingga data uji dapat diterima dan metode uji masih layak digunakan.

SARAN

Dilakukan penelitian lanjutan dengan melakukan penjaminan mutu eksternal, yaitu dengan melakukan estimasi ketidakpastian hasil pengujian agar dapat meningkatkan kualitas data hasil pengujian sehingga meningkatkan kepuasan pelanggan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Harmita. (2004). Petunjuk Pelaksanaan Validasi Metode dan Cara Perhitungannya. *Majalah Ilmu Kefarmasian*, 1(3), 117–135.
2. Klein, M. (2000). Two alternatives to the Shewhart X control chart. *Journal of Quality Technology*, 32(4), 427–431. <https://doi.org/10.1080/00224065.2000.11980028>
3. Konieczka, P., & Namiesnik, J. (2018). Quality Assurance and Quality Control in the Analytical Chemical Laboratory. In *Quality Assurance and Quality Control in the Analytical Chemical Laboratory* (2nd ed.). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781420082715>
4. Lusiana, U. (2012). Application of Calibration Curve, Accuracy and Precision Chart as Internal Quality Control at COD Testing in Wastewater. *Biopropal Industri*, 3(1), 1–8. <https://doi.org/10.36974/jbi.v3i1.732>
5. Montgomery, D. C. (2009). *Introduction To Statistical Quality Control*. (6th ed.). John Wiley&Sons. <https://doi.org/10.2307/2988304>
6. Mullins, E. (1994). *Introduction to Control Charts in the Analytical Laboratory*. 119(March), 0–3.
7. SNI ISO/IEC 17025: 2017. Persyaratan Umum Kompetensi Laboratorium Pengujian Dan Laboratorium Kalibrasi
8. Taverniers, I., De Loose, M., & Van Bockstaele, E. (2004). Trends in quality in the analytical laboratory. I. Traceability and measurement uncertainty of analytical results. *TrAC - Trends in Analytical Chemistry*, 23(7), 480–490. [https://doi.org/10.1016/S0165-9936\(04\)00733-2](https://doi.org/10.1016/S0165-9936(04)00733-2)
9. Taylor, J. K. (1987). *Quality Assurance of Chemical Measurements* (1st ed.). CRC Press Company. <https://doi.org/10.1021/ac00237a001>
10. Infolabing.(2014).<https://www.infolabing.com/2014/03/penentuan-akurasi-melalui-uji-perolehan.html#.YVciSJpBzcc>