

REGRESI DAN KORELASI DENSITAS TEPUNG IKAN UNTUK PAKAN TERNAK DENGAN PERLAKUAN PEMALSUAN LIMBAH IKAN ASIN TERHADAP NILAI NaCl DAN PROTEIN

Alex Priguntoro¹, Muhammad Farid Wadjudi², Dyah Lestari Yulianty², Brahmadhita Pratama Mahardhika²

¹Program Studi Peternakan, Fakultas Peternakan, Universitas Islam Malang

²Dosen Peternakan Universitas Islam Malang

Email : alexsa2111@gmail.com

Abstrak

Peningkatan kebutuhan tepung ikan sebagai bahan pakan ternak berpotensi mendorong praktik pemalsuan melalui penambahan limbah ikan asin yang dapat memengaruhi kualitas fisik dan kimia produk. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh pemalsuan terhadap sifat fisik dan kimia tepung ikan, mengetahui hubungan antara densitas dengan kadar protein kasar (PK) dan NaCl, serta menentukan model matematis pendugaannya. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 5 perlakuan dan 3 pengulangan, yaitu P0 (tepung ikan murni), P1 (5% limbah ikan asin), P2 (10%), P3 (15%), P4 (20%). Parameter yang diamati meliputi kerapatan tumpukan (KT), kerapatan pemadatan tumpukan (KPT), berat jenis (BJ), protein kasar, dan NaCl. Data dianalisis menggunakan analisis korelasi dan regresi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap BJ, PK, dan NaCl, tetapi tidak berpengaruh nyata ($P > 0,05$) terhadap KT dan KPT. Berat jenis menunjukkan korelasi paling kuat terhadap PK ($r = 0,822$) dan NaCl ($r = 0,859$), sedangkan hubungan antara PK dan NaCl memiliki korelasi sangat kuat ($r = 0,901$). Model regresi terbaik diperoleh pada parameter BJ dengan persamaan $Y = 0,9919x + 47,429$ untuk PK dan $Y = 0,541x + 1,2409$ untuk NaCl. Dengan demikian BJ merupakan parameter densitas yang paling sensitif terhadap perubahan kualitas tepung ikan akibat pemalsuan limbah ikan asin dan berpotensi digunakan sebagai metode *screening* awal yang cepat dan praktis..

Kata Kunci : densitas, protein kasar, NaCl, tepung ikan, limbah ikan asin.

REGRESSION AND CORRELATION OF FISH MEAL DENSITY FOR ANIMAL FEED SUBJECTED TO SALTED FISH WASTE ADULTERATION ON NaCl AND PROTEIN

Abstract

The increasing demand for fish meal as a livestock feed ingredient may encourage adulteration practices through the addition of salted fish waste, which can affect the physical and chemical quality of the product. This study aimed to evaluate the effects of adulteration on the physical and chemical properties of fish meal, determine the relationship between density, crude protein (CP) and sodium chloride (NaCl) content, and develop predictive mathematical models. The study employed an experimental method using a Completely Randomized Design with five treatments and three replications was applied: P0 (pure fish meal), P1 (5%), P2 (10%), P3 (15%), and P4 (20%). Parameters observed included bulk density, tapped density, specific gravity, CP, NaCl. Data were analyzed using correlation and regression analyses. The results showed that the treatments had a highly significant effect ($P < 0,01$) on specific gravity, crude protein, and NaCl content, but had no significant effect ($P > 0,05$) on bulk density and tapped density. Specific gravity showed the strongest correlation with crude protein ($r = 0,822$) and NaCl ($r = 0,859$), while crude protein and NaCl exhibited a very strong correlation ($r = 0,901$). The best regression models were obtained using specific gravity, with equations of $Y = 0,9919x + 47.429$ for CP and $Y = 0,541x + 1,2409$ for NaCl. Therefore, Specific gravity was the most sensitive density caused by salted fish waste adulteration and has potential as a rapid and practical preliminary screening method.

Keywords: density, crude protein, sodium chloride, fish meal, salted fish meal.

PENDAHULUAN

Kebutuhan tepung ikan sebagai bahan baku pakan ternak terus meningkat seiring berkembangnya industri peternakan dan akuakultur. Namun, produksi tepung ikan dalam negeri yang hanya sekitar 60.000 ton masih belum mampu memenuhi kebutuhan industri yang mencapai 130.000 ton. Ketidakseimbangan antara kebutuhan dan ketersediaan tersebut berpotensi mendorong terjadinya praktik pemalsuan produk. Beberapa studi melaporkan indikasi pemalsuan tepung ikan, seperti dugaan kasus pada sampel Pekalongan dan Purwodadi melalui uji urea (Utama & Sulistiyanto, 2021), serta ketidaksesuaian komposisi kimia pada sampel yang diuji di Laboratorium Makanan Ternak Universitas Airlangga (Susilowati, 2010). Selain itu, Universitas Airlangga (2023) melaporkan bahwa praktik pemalsuan bahan pakan masih ditemukan sehingga diperlukan metode deteksi yang efektif untuk menjamin mutu tepung ikan. Tepung ikan merupakan sumber protein hewani yang banyak digunakan dalam formulasi pakan ternak. Salah satu parameter fisik yang berpotensi digunakan untuk mengevaluasi kualitas tepung ikan adalah densitas. Menurut Andriani dkk. (2020), perubahan densitas dapat berkaitan dengan kandungan protein dan NaCl dalam bahan. Oleh karena itu, pengukuran densitas berpotensi digunakan sebagai pendekatan awal untuk mendeteksi perubahan mutu akibat pemalsuan. Pemalsuan menggunakan limbah ikan asin dapat mengubah komposisi kimia tepung ikan, terutama kadar protein dan kadar NaCl. Kadar NaCl yang tinggi dapat mengindikasikan adanya penggunaan bahan baku berkualitas rendah atau perlakuan pengawetan yang tidak sesuai, sedangkan perubahan protein mencerminkan perubahan mengenai hubungan antara parameter dengan kandungan protein kasar dan NaCl pada tepung ikan yang dipalsukan masih terbatas. Sebagian besar penelitian sebelumnya lebih berfokus pada analisis kimia tanpa mengkaji potensi sifat fisik sebagai indikator pendugaan. Kajian mengenai hubungan densitas dengan kandungan protein kasar dan NaCl penting dilakukan karena pengukuran densitas relatif lebih sederhana, cepat dan ekonomis dibandingkan analisis kimia laboratorium. Informasi mengenai hubungan tersebut dapat digunakan untuk mendukung pengembangan

metode evaluasi mutu tepung ikan yang lebih efisien.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh pemalsuan terhadap sifat fisik dan kimia tepung ikan, mengetahui hubungan antara densitas dengan kadar protein kasar (PK) dan NaCl tepung ikan, mengetahui hubungan NaCl dan protein tepung ikan, serta menentukan model matematis pendugaannya. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar dalam pemanfaatan densitas untuk pendugaan kualitas tepung ikan.

METODE DAN MATERI

Penelitian ini dilakukan pada bulan Februari - April 2026 di Laboratorium Pangan Terpadu, Fakultas Peternakan, Universitas Islam Malang.

Materi yang digunakan penelitian ini yaitu tepung ikan murni dari Tuban dan limbah ikan asin untuk dilakukan uji densitas kerapatan tumpukan (KT), kerapatan padatan tumpukan (KPT), berat jenis (BJ), serta uji kimia protein dan NaCl pada tepung ikan dengan perlakuan pemalsuan limbah ikan asin. Peralatan yang digunakan adalah gelas ukur dengan ukuran 1 liter, gelas ukur dengan ukuran 250 ml, pengaduk, timbangan digital, statif, buret tetes, labu destruksi, hot plate, labu kjeldahl dan lemari asam. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tepung ikan, limbah ikan asin, katalis selenium, asam sulfat 98%, HCl, NaOH dan metilen blue.

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri atas 5 perlakuan dan 3 ulangan, yaitu

P0 : tepung ikan murni

P1 : penambahan limbah ikan asin 5%

P2 : penambahan limbah ikan asin 10%

P3 : penambahan limbah ikan asin 15%

P4 : penambahan limbah ikan asin 20%

Parameter yang diamati meliputi kerapatan tumpukan (KT), kerapatan pematatan tumpukan (KPT), berat jenis (BJ), protein kasar, dan NaCl, kemudian dianalisis menggunakan korelasi dan regresi.

Prosedur penelitian yang dilakukan adalah membuat sampel tepung ikan yang dipalsukan menggunakan limbah ikan asin pada taraf 0%, 5%, 10%, 15%, 20%. Selanjutnya dilakukan pengujian sifat fisik kerapatan tumpukan (KT) dan kerapatan pematatan

tumpukan (KPT) yang diukur berdasarkan perbandingan bobot sampel terhadap volume bahan sebelum dan sesudah pemadatan, sedangkan berat jenis (BJ) diukur berdasarkan perbandingan bobot sampel terhadap perubahan volume air yang dipindahkan oleh sampel (Khalil, 1999). Setelah itu pengujian sifat kimia kadar protein (PK) menggunakan metode Kjeldahl dan kadar NaCl menggunakan metode argentometri (Mohr).

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA) untuk mengetahui pengaruh perlakuan, dilanjutkan uji Duncan apabila terjadi perbedaan nyata. Hubungan antara parameter densitas dengan kadar protein kasar dan NaCl dianalisis menggunakan korelasi Pearson, sedangkan model matematis pendugaannya menggunakan analisis regresi linear sederhana.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Pemalsuan Tepung Ikan terhadap Sifat Fisik dan Kimia (Densitas, Protein Kasar, dan NaCl)

Hasil analisis menunjukkan bahwa perlakuan memberikan pengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap nilai BJ, PK dan NaCl, sedangkan terhadap nilai KT dan KPT tidak memberikan pengaruh nyata ($P > 0,05$). Hal ini menunjukkan bahwa perubahan komposisi bahan akibat pemalsuan lebih berpengaruh terhadap sifat kimia dan densitas bahan dibandingkan dengan sifat fisik berupa kerapatan tumpukan dan kerapatan pemadatan tumpukan. Hasil analisis dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Pengaruh pemalsuan tepung ikan dengan ikan asin terhadap densitas, protein dan NaCl

Perla	Kualitas Fisik dan Kimia Tepung Ikan				
kuan	KT(g/L)	KPT (g/L)	BJ	PK (%)	NaCl(%)
P0	301.57 ± 5.30	811.11 ± 19.25	1.25 ± 0.00A	48.36 ± 0.28A	1.64 ± 0.08A
P1	330.19 ± 34.88	1011.90 ± 214.62	1.62 ± 0.33A	49.00 ± 0.09A	2.12 ± 0.06B
P2	341.52 ± 17.52	1216.93 ± 183.29	1.67 ± 0.31A	49.03 ± 0.59A	2.32 ± 0.13B
P3	361.55 ± 7.64	1250.00 ± 0.00	2.71 ± 0.77B	50.38 ± 0.45B	2.65 ± 0.14C
P4	366.86 ± 41.50	1678.23 ± 802.46	2.96 ± 0.32B	50.52 ± 0.44B	3.00 ± 0.14D

Keterangan :

P0 = Tepung ikan murni

P1 = P0 + 5% limbah ikan asin

P2 = P0 + 10% limbah ikan asin

P3 = P0 + 15% limbah ikan asin

P4 = P0 + 20% limbah ikan asin

Huruf kapital di belakang angka menyatakan berbeda sangat nyata ($P < 0,01$) secara statistika.

Berdasarkan tabel 1 nilai berat jenis meningkat dari 1,25 pada P0 menjadi 2,96 pada P4, sedangkan PK meningkat dari 48,36% menjadi 50,52% dan NaCl dari 1,64% menjadi 3,00%. Berbeda dengan nilai KT dan KPT menunjukkan bahwa kedua parameter tersebut kurang sensitif terhadap perubahan komposisi bahan akibat pemalsuan. Sebaliknya BJ menunjukkan respons yang lebih tinggi karena secara langsung menggambarkan perbandingan massa terhadap volume bahan. Penambahan limbah ikan asin meningkatkan kandungan garam dan komponen nitrogen sehingga massa bahan meningkat tanpa diikuti peningkatan volume yang sebanding. Kondisi ini menunjukkan bahwa BJ lebih efektif digunakan sebagai indikator perubahan kualitas tepung ikan dibandingkan parameter lainnya. Temuan ini sejalan dengan penelitian Rahman (2019) melaporkan bahwa peningkatan kandungan garam dalam bahan pakan menyebabkan peningkatan berat jenis akibat bertambahnya massa bahan pada volume yang relatif tetap.

Peningkatan kadar NaCl merupakan konsekuensi langsung dari penambahan limbah ikan asin yang mengandung garam dalam jumlah tinggi. Sementara itu, peningkatan nilai protein diduga berkaitan dengan adanya senyawa nitrogen non-protein yang ikut terukur dalam analisis protein kasar. Dengan demikian, perubahan komposisi bahan akibat pemalsuan tidak hanya memengaruhi sifat kimia, tetapi juga karakteristik fisik tepung ikan.

Korelasi Densitas terhadap Protein Kasar Tepung Ikan

Hasil analisis korelasi menunjukkan bahwa seluruh parameter densitas memiliki hubungan positif dengan kadar protein kasar (PK) tepung ikan. Nilai koefisien korelasi berturut-turut sebesar $r = 0,715^{**}$ (KT), $r = 0,580^{*}$ (KPT) dan $r = 0,822^{**}$ (BJ) dapat dilihat dari table berikut.

Tabel 2. Analisis korelasi densitas dan kadar protein tepung ikan yang dipalsukan dengan ikan asin.

Parameter	KT	KPT	BJ
PK	0.715**	0.580*	0.822**

Keterangan : Tanda ** menunjukkan korelasi sangat nyata ($P < 0,01$), sedangkan tanda * menunjukkan korelasi nyata ($P < 0,05$).

Berdasarkan tabel 2 peningkatan nilai densitas cenderung diikuti oleh peningkatan kadar protein kasar dengan BJ memiliki hubungan paling kuat dibandingkan parameter densitas lainnya. Hal tersebut menunjukkan bahwa perubahan komposisi bahan memengaruhi karakteristik fisik tepung ikan. Protein berperan dalam pembentukan struktur bahan yang lebih kompak melalui interaksi intermolekuler, sehingga dapat meningkatkan densitas bahan (Damoran, dkk. 2017). Korelasi tertinggi pada BJ membuat parameter ini paling sensitive terhadap perubahan komposisi protein karena secara langsung menggambarkan perbandingan massa terhadap volume bahan. Hasil penelitian ini sejalan dengan Andriani dkk, (2020) yang melaporkan bahwa perubahan komposisi kimia bahan baku tepung ikan berpengaruh terhadap peningkatan densitas dan kualitas fisik produk. Selain itu, peningkatan nilai protein kasar yang terukur diduga juga dipengaruhi oleh keberadaan nitrogen non-protein dari limbah ikan asin yang ikut terdeteksi dalam metode Kjeldahl (AOAC, 2019; Nielsen 2017). Dengan demikian, BJ berpotensi digunakan sebagai indikator fisik dalam menduga perubahan kadar protein kasar pada tepung ikan yang dipalsukan.

Korelasi Densitas terhadap NaCl Tepung Ikan

Hasil analisis korelasi menunjukkan bahwa seluruh parameter densitas memiliki hubungan positif dengan kadar NaCl tepung ikan. Nilai koefisien korelasi berturut-turut sebesar $r = 0,731^{**}$ (KT), $r = 0,633^{*}$ (KPT), dan $r = 0,859^{**}$ (BJ) dapat dilihat pada tabel 3. Tabel 3. Analisis korelasi densitas dan kadar NaCl tepung ikan yang dipalsukan dengan ikan asin

Parameter	KT	KPT	BJ
NaCl	0.731**	0.633*	0.859**

Keterangan : Tanda ** menunjukkan korelasi sangat nyata ($P < 0,01$), sedangkan tanda * menunjukkan korelasi nyata ($P < 0,05$).

Berdasarkan tabel 3, peningkatan kadar NaCl cenderung diikuti oleh peningkatan nilai densitas, dengan BJ memiliki hubungan paling kuat dibandingkan parameter densitas lainnya. Hubungan positif tersebut menunjukkan bahwa kandungan garam berperan penting dalam perubahan sifat fisik tepung ikan. NaCl merupakan senyawa mineral yang memiliki massa jenis relative tinggi sehingga dapat meningkatkan massa bahan tanpa diikuti peningkatan volume yang sebanding. Selain itu, partikel garam dapat mengisi rongga antarpartikel dan menurunkan porositas bahan yang pada akhirnya meningkatkan densitas tepung ikan (Fellows, 2017). Parameter BJ ini paling sensitive terhadap perubahan kandungan garam karena secara langsung mempresentasikan perbandingan massa terhadap volume bahan. Hal ini sejalan dengan penelitian Zhang, dkk. (2020) yang melaporkan bahwa penambahan garam dapat meningkatkan kepadatan matriks bahan melalui perubahan struktur dan interaksi antarpartikel. Dengan demikian, BJ berpotensi digunakan sebagai indikator fisik yang efektif dalam mendeteksi pemalsuan tepung ikan menggunakan limbah ikan asin.

Korelasi Protein Kasar dengan NaCl Tepung Ikan

Hasil analisis menunjukkan bahwa kadar protein kasar (PK) memiliki korelasi positif sangat kuat terhadap kadar NaCl dengan nilai koefisien korelasi $r = 0.901^{**}$. Nilai tersebut mengindikasikan bahwa peningkatan kadar NaCl pada tepung ikan yang dipalsukan dengan limbah ikan asin diikuti oleh peningkatan nilai protein kasar yang terukur. Hubungan yang sangat kuat ini menunjukkan adanya keterkaitan erat antara kedua parameter sebagai akibat perubahan komposisi bahan selama proses pemalsuan.

Tabel 4. Data hasil analisis korelasi PK dan NaCl tepung ikan

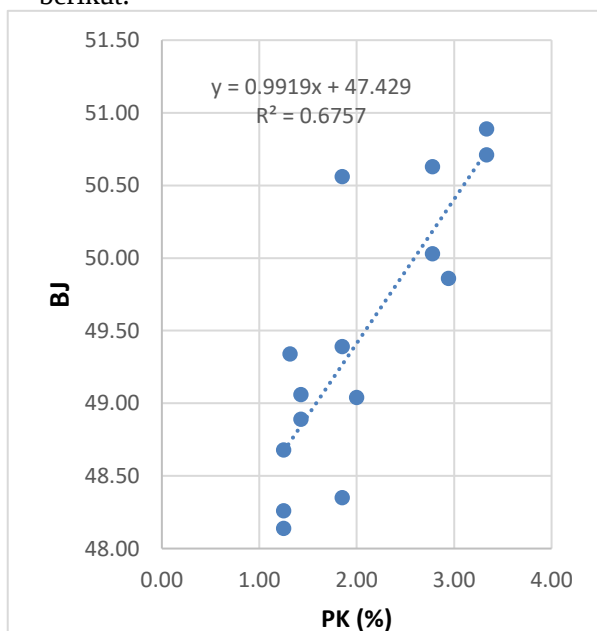
Parameter	PK
NaCl	0.901**

Keterangan : Tanda ** menunjukkan korelasi sangat nyata ($P < 0,01$), sedangkan tanda * menunjukkan korelasi nyata ($P < 0,05$).

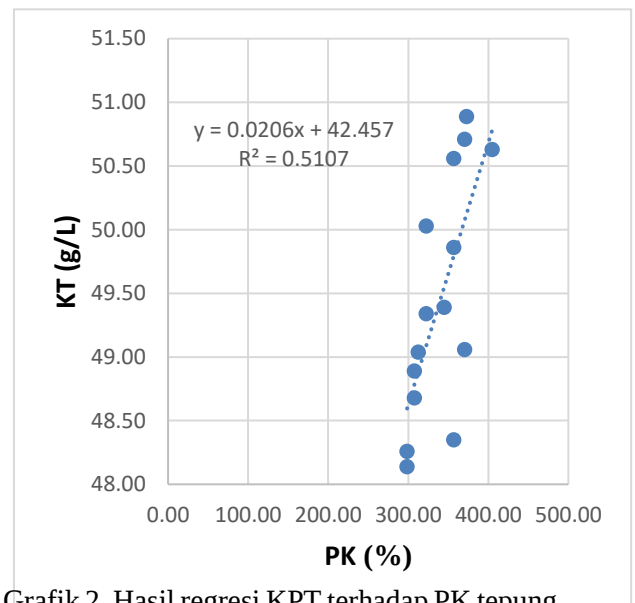
Korelasi positif antara PK dan NaCl diduga berkaitan dengan metode analisis protein kasar yang mengukur total nitrogen non-protein yang berasal dari degradasi protein selama proses penggaraman (AOAC, 2019). Selain itu proses penggaraman dapat menyebabkan dehidrasi osmotik sehingga kadar air menurun dan konsentrasi komponen padatan, termasuk protein meningkat (Rahman, 2019). Hasil penelitian ini sejalan dengan Thorarinsdottir, dkk (2017) yang melaporkan bahwa penggaraman pada produk perikanan dapat memengaruhi komposisi kimia dan struktur jaringan bahan. Oleh karena itu, peningkatan nilai PK lebih mencerminkan perubahan komposisi bahan akibat penambahan limbah ikan asin daripada peningkatan kandungan protein sejati.

Model Matematis Pendugaan Protein Kasar Berdasarkan Densitas

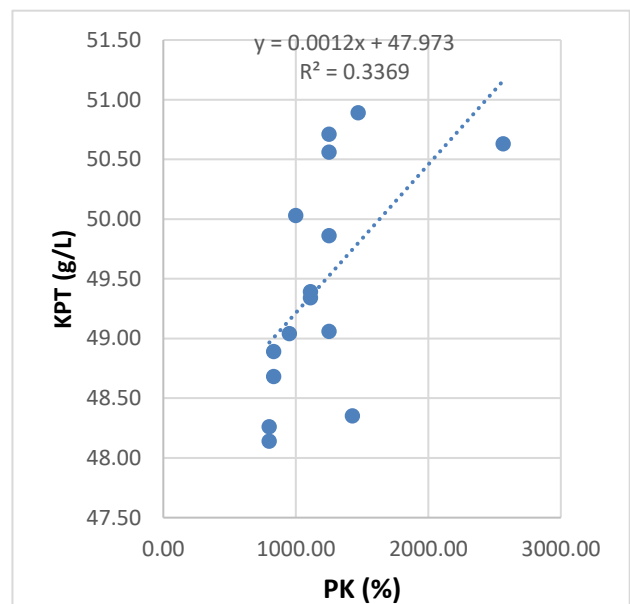
Hasil analisis regresi dapat dilihat pada grafik berikut.



Grafik 1. Hasil regresi KT terhadap PK tepung ikan



Grafik 2. Hasil regresi KPT terhadap PK tepung ikan



Grafik 3. Hasil regresi BJ terhadap PK tepung ikan

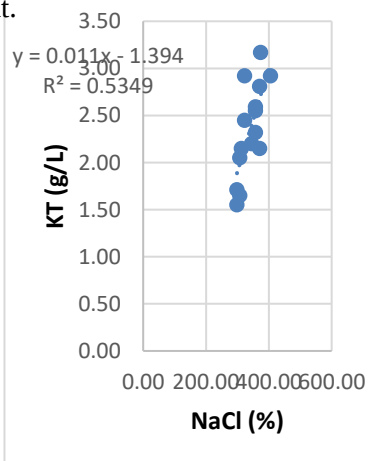
Analisis regresi menunjukkan bahwa seluruh parameter densitas memiliki hubungan linear positif dengan kadar protein kasar (PK) tepung ikan. Kerapatan tumpukan (KT) menghasilkan persamaan $Y = 0,0206x + 42,457$ dengan nilai $R^2 = 0,52$ sedangkan kerapatan pemadatan tumpukan (KPT) menghasilkan persamaan $Y = 0,0012x + 47,973$ dengan nilai $R^2 = 0,34$. Hubungan terkuat diperoleh pada parameter berat jenis (BJ) dengan persamaan $Y = 0,9919x + 47,429$ dan nilai $R^2 = 0,68$. Nilai

koefisien determinasi tersebut menunjukkan bahwa 68% variasi kadar protein kasar dapat dijelaskan oleh perubahan nilai BJ, sedangkan sisanya dipengaruhi oleh faktor lainnya.

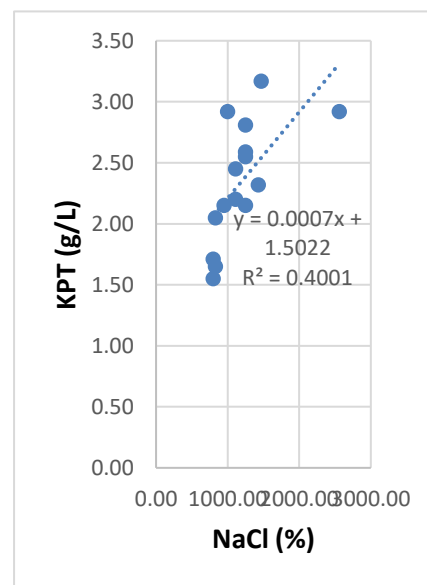
Tingginya nilai R^2 pada BJ menunjukkan bahwa parameter ini memiliki kemampuan prediksi yang lebih baik dibandingkan KT dan KPT dalam menduga kadar protein kasar. Temuan ini sejalan dengan Singh dan Heldman (2017) yang menyatakan bahwa sifat fisik, khususnya densitas BJ dapat digunakan untuk memperkirakan perubahan komposisi bahan karena berkaitan dengan massa dan struktur partikel. Pendugaan nilai PK melalui densitas BJ ini memiliki keunggulan dalam efisiensi waktu, biaya serta kemudahan penerapan dibandingkan analisis kimia proksimat. Sementara itu, Nielsen (2017) menyatakan bahwa analisis proksimat memerlukan prosedur laboratorium yang lebih kompleks, waktu analisis yang relative lama dan penggunaan bahan kimia tertentu. Model matematis ini memiliki keterbatasan terutama pada tingkat akurasi yang lebih rendah dibandingkan metode analisis proksimat. Dengan demikian, hasil pendugaan menggunakan model matematis sebaiknya digunakan sebagai screening awal bukan sebagai pengganti analisis proksimat. Model matematis ini tetap bermanfaat dalam pengambilan keputusan secara cepat di lapangan, terutama dalam pemilihan bahan baku pakan dan deteksi awal kualitas tepung ikan. Penggunaan metode ini di harapkan dapat meminimalkan resiko penggunaan bahan baku berkualitas rendah sebelum dilakukan pengujian laboratorium lebih lanjut.

Model Matematis Pendugaan NaCl Berdasarkan Densitas

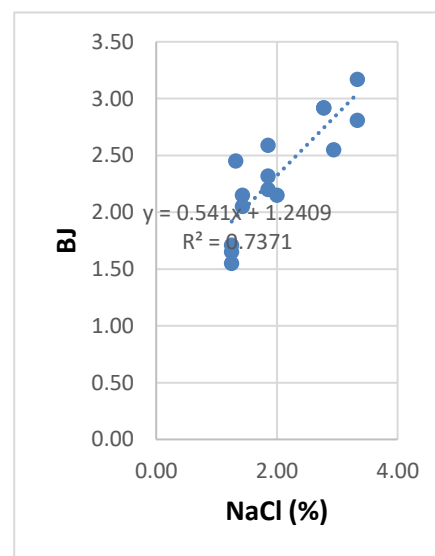
Hasil analisis regresi dapat dilihat pada grafik berikut.



Grafik 4. Hasil regresi KT terhadap NaCl tepung ikan



Grafik 5. Hasil regresi KPT terhadap NaCl tepung ikan



Grafik 6. Hasil regresi BJ terhadap NaCl tepung ikan

Analisis regresi menunjukkan bahwa seluruh parameter densitas memiliki hubungan linear positif dengan kadar NaCl tepung ikan. Kerapatan tumpukan (KT) menghasilkan persamaan $Y = 0,011x + 1,394$ dengan nilai $R^2 = 0,5349$, sedangkan kerapatan pemadatan tumpukan (KPT) menghasilkan persamaan $Y = 0,0007x + 1,5022$ dengan nilai $R^2 = 0,4001$. Hubungan terkuat diperoleh pada parameter berat jenis (BJ) dengan persamaan $Y = 0,7371$. Nilai koefisien determinasi tersebut

menunjukkan bahwa 73,71% variasi kadar NaCl dapat dijelaskan oleh perubahan nilai BJ, sedangkan sisanya dipengaruhi oleh faktor lain di luar model. Tingginya nilai R^2 pada BJ menunjukkan bahwa parameter ini memiliki kemampuan prediksi yang lebih baik dibandingkan KT dan KPT dalam menduga kadar NaCl. Hal tersebut mengindikasikan bahwa BJ merupakan parameter densitas yang paling sensitive terhadap perubahan kandungan garam akibat pemalsuan limbah ikan asin. Temuan ini sejalan dengan Rahman (2019) yang menyatakan bahwa kandungan mineral dan garam berkontribusi terhadap peningkatan densitas bahan pangan. Selain itu, Fellows (2017) menjelaskan bahwa pengukuran sifat fisik dapat digunakan sebagai metode screening yang cepat dan sederhana untuk menduga kadar NaCl pada tepung ikan sebelum dilakukan analisis kimia yang lebih akurat.

KESIMPULAN

Pemalsuan tepung ikan dengan limbah ikan asin meningkatkan nilai berat jenis (BJ), kadar protein kasar (PK) dan kadar NaCl. Parameter BJ menunjukkan hubungan positif paling kuat terhadap kadar PK ($r = 0,822$) dan NaCl ($r = 0,859$), sehingga semakin tinggi nilai BJ maka kadar PK dan NaCl cenderung meningkat. Selain itu, kadar PK juga berkorelasi positif sangat kuat dengan kadar NaCl ($r = 0,901$) yang menunjukkan bahwa peningkatan Tingkat menunjukkan bahwa peningkatan Tingkat pemalsuan menyebabkan peningkatan kedua parameter tersebut. Model matematis terbaik untuk menduga kadar PK diperoleh pada hubungan BJ terhadap PK dengan persamaan $Y = 0,9919x + 47,429$ ($R^2 = 0,6757$), sedangkan model terbaik untuk menduga NaCl dengan persamaan $Y = 0,541x + 1,2409$ ($R^2 = 0,7371$). Dengan demikian, berat jenis merupakan parameter densitas yang paling representative dan berpotensi digunakan sebagai metode screening awal yang cepat dan praktis untuk mendeteksi pemalsuan tepung ikan dengan limbah ikan asin.

SARAN

Sifat fisik berat jenis dapat digunakan sebagai metode skrining awal yang cepat untuk mendeteksi pemalsuan tepung ikan. Namun, untuk memperoleh hasil yang lebih akurat mengenai kadar protein kasar dan NaCl, tetap

diperlukan pengujian laboratorium menggunakan metode Kjeldahl dan Titrimetri. Penelitian selanjutnya disarankan menggunakan sampel, ulangan dan variasi tingkat pemalsuan yang lebih banyak untuk meningkatkan akurasi analisis korelasi dan model regresi. Hasil penelitian ini juga berpotensi diterapkan pada industri pakan sebagai metode pengendalian mutu bahan baku tepung ikan secara cepat dan praktis.

DAFTAR PUSTAKA

- Andriani, R., Susanti, R. & Nurhidayat, N. (2020). Analisis Kualitas Tepung Ikan Berdasarkan Sumber Bahan Baku. *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*, 15 (1). 45-52.
- AOAC. 2019. *Official Methods of Analysis of AOAC Internasional*. 21st ed. AOAC Internasional, Gaithersburg, MD, USA.
- Damoran, S., Parkin, K. L., & Fennema, O.R. 2017. *Fennema's Food Chemistry (5th Edition)*. CRC Press, Boca Raton.
- Fellows. P. J. 2017. *Food Processing Technology: Principles and Practice 4th edn*. Cambridge: Woodhead Publishing.
- Nielsen, S. S. 2017. *Food Analysis*. (5th Edition). Springer Internasional Publishing, Cham.
- Rahman, S.S. 2017. *Food Properties Handbook*. 3rd Edition. CRC Press, Boca Raton.
- Singh, R.P. dan Heldman, D.R. 2017. *Introduction to Food Engineering*. 5th Edition. Academic Press, London.
- Susilowati, A. 2010. *Dugaan pemalsuan tepung ikan terhadap sampel-sampel yang dikirim di Laboratorium Makanan Ternak Periode Bulan April 2010*. Universitas Airlangga.
- Thorarinsdottir, K.A., Arason, S., Geirsdottir, M., Bogason, S. G., dan Kristbergsson, K. 2017. Changes in myofibrillar proteins during processing of salted fish products. *Journal of Food Engineering*, 79(4):1323-1331.
- Universitas Airlangga. 2023. *Mengenali bahan palsu pada pakan ikan budidaya*. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Airlangga.
- Utama, C. S., & Sulistyanto, B. 2021. Deteksi pemalsuan tepung ikan menggunakan metode uji urea pada bahan pakan

- komersial. *Jurnal Sain Peternakan Indonesia*. 16 (2):101-108
- Zhang, M., Li, X., Wang, W., dan Xu, Y. 2020. Effects of salt concentration on protein aggregation and physicochemical properties of fish protein sysyems. *Food Chemistry*. 315:126-134.