

Multiple Linear Regressi pada Fuzzy Neural Network (FNN) Penentuan Kualitas Daging Sapi

Musli Yanto^{1*}, Syafri Arlis², Deri Marse Putra³ 

¹ Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Putra Indonesia YPTK Padang, Indonesia

^{2,3} Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Putra Indonesia YPTK Padang, Indonesia

ARTICLE INFO

Article history:

Received August 06, 2021

Revised August 09, 2021

Accepted December 14, 2021

Available online April 25, 2022

Kata Kunci:

Identifikasi, Kualitas, Daging Sapi, Multiple Linear Regressi (MLR), Fuzzy Neural Network (FNN)

Keywords:

Identification, Quality, Beef, Multiple Regression Linear (MLR), Fuzzy Neural Network (FNN)



This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.

Copyright © 2022 by Author. Published by Universitas Pendidikan Ganesha.

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini membahas proses identifikasi kualitas daging sapi dengan implementasi metode multiple linear regressi (MLR) pada fuzzy neural network (FNN). Metode ini dikembangkan untuk menyempurnakan proses identifikasi yang sudah ada sebelumnya. MLR mampu melakukan proses pengukuran korelasi variabel (X) dengan hasil keluaran (Y). Pendekatan dalam proses analisis tersebut menggunakan pendekatan kuantitatif untuk melakukan pengukuran dari beberapa aspek indikator yang digunakan dalam penentuan kualitas daging sapi. Berdasarkan hasil uji korelasi dengan MLR membuktikan bahwa variabel kandungan zat kimia (X_1), bau (X_2), warna (X_3), dan tekstur daging (X_4) menghasilkan hubungan yang signifikan terhadap kualitas daging sapi (Y) dengan nilai sebesar 96.5%. Hasil analisis MLR mampu memberikan gambaran indikator variabel yang tepat dalam proses analisis. Keluaran FNN juga menyajikan hasil yang cukup akurat dengan nilai sebesar 99.88%. Dengan hasil keluaran yang didapat, maka secara keseluruhan dapat disimpulkan bahwa model analisis MLR dan FNN memberikan hasil analisis dengan tingkat akurasi yang lebih baik dan efektif. Hasil tersebut mampu memberikan implikasi berupa sebuah rekomendasi dalam bentuk pengetahuan dan informasi yang didapat kepada masyarakat guna menentukan daging sapi yang baik dikonsumsi.

ABSTRACT

The purpose of this study is to discuss the process of identifying beef quality with the implementation of the Multiple Linear Regression (MLR) method on the Fuzzy Neural Network (FNN). This method was developed to improve the identification process that already exists. MLR is capable of measuring the correlation variable (X) with the output (Y). The approach in the analysis process uses a quantitative approach to measure several aspects of the indicators used in determining beef quality. Based on the results of the correlation test with MLR proved that the variables Chemical Content (X_1), Odor (X_2), Color (X_3), and Meat Texture (X_4) resulted in a significant relationship to beef quality (Y) with a value of 96.5%. So that the results of the MLR analysis are able to provide an overview of the appropriate variable indicators in the analysis process. The FNN output also presents quite accurate results with a value of 99.88%. so with the outputs obtained, overall it can be concluded that the MLR and FNN analysis models provide analysis results with a better and more effective level of accuracy. These results are able to provide implications in the form of a recommendation in the form of knowledge and information obtained to the public in order to determine which beef is good for consumption.

1. PENDAHULUAN

Kebutuhan akan konsumsi daging sapi sangat berkembang pesat di kalangan masyarakat. Hal ini dapat dilihat dari jumlah permintaan yang cukup tinggi sebesar 497.971,70 ton pada tahun 2018 (Sudibyo, Kusumaningrum, Rachmawanto, & Sari, 2018). Daging sapi mengandung gizi dan menjadi sumber protein yang dibutuhkan tubuh manusia (Usmiati, 2017; Wang, 2016). Untuk mendapatkan daging sapi kualitas baik di konsumsi, maka masyarakat perlu menyadari akan bentuk dan ciri daging sapi yang sehat dan aman. Hal ini merupakan sebuah upaya untuk menghindari resiko dari keracunan seperti sakit diare yang ditimbulkan akibat mengonsumsi daging (Ichsan, 2019; Komolka, 2020). Oleh sebab itu, proses identifikasi diperlukan untuk menentukan layak atau tidak daging sapi tersebut baik dikonsumsi (Tüzün, 2020), (Sihombing, Swacita, & Suada, 2020).

Dengan tingkat konsumsi daging yang cukup tinggi, tidak tertutup kemungkinan adanya daging sapi yang tidak berkualitas baik masih diperjualbelikan. Untuk itu, masyarakat perlu dibekali pengetahuan serta informasi yang tepat dalam menentukan kualitas daging sapi. Berdasarkan penjelasan tersebut, maka proses analisis identifikasi dibutuhkan dalam menentukan kualitas pada daging sapi. Hasil keluaran yang diberikan akan dapat dijadikan sebuah informasi yang dibutuhkan masyarakat agar lebih teliti untuk mengonsumsi daging sapi. Proses identifikasi kualitas pada daging sapi bertujuan untuk menciptakan

*Corresponding author.

E-mail addresses: musli_yanto@upiyptk.ac.id (Musli Yanto)

sebuah sistem untuk melakukan proses penentuan kualitas daging (Arsy, Nurhayati, & Martono, 2016). Proses penentuan kualitas daging sapi dapat dilakukan dengan melakukan pengujian secara objektif (Anastasya, Swacita, & Suada, 2020). Selain itu, proses identifikasi kesegaran daging sapi berkualitas dapat dilihat berdasarkan citra daging itu sendiri (Asmara, Puspitasri, Romlah, H, & Romario, 2017). Proses identifikasi citra pada daging dapat dilakukan dengan menggunakan fuzzy neural network (FNN) (Andaya, Arboleda, Andilab, & Dellosa, 2019). Proses identifikasi FNN memberikan sistem kontrol dalam klasifikasi (Kodogiannis, 2016).

Dari beberapa penjelasan penelitian terdahulu, terlihat bahwa sajian yang diberikan masih memiliki kekurangan. Hal tersebut dapat terlihat dari tidak adanya proses pengukuran variabel yang digunakan dalam identifikasi kualitas daging sapi. Secara umum penelitian terdahulu masih terfokus pada proses identifikasi saja tanpa memperhatikan variabel yang digunakan. Oleh sebab itu, pembahasan penelitian ini mengusulkan pengembangan model analisis yang sudah ada sebelumnya. Pengembangan model analisis ini mengadopsi metode multiple linear regression (MLR) dan FNN pada proses identifikasi kualitas daging sapi. Kombinasi metode ini diharapkan mampu memaksimalkan kinerja yang akan dilakukan untuk memberikan hasil yang akurat. Implementasi MLR pada proses identifikasi ini menjadi keterbaharuan yang diusulkan untuk menentukan kualitas daging sapi. Pada dasarnya MLR sudah banyak digunakan untuk membuktikan hubungan yang terjadi pada variabel independen (X) dengan variabel dependen (Y) (Kenton, 2021; Wiedermann, 2015). Konsep MLR merupakan metode statistic yang mampu menggambarkan dan menentukan hubungan antar variabel (Araiza-Aguilar, Rojas-Valencia, & Aguilar-Vera, 2020; Zaman & Alakus, 2019). Sejauh ini, MLR sudah banyak memberikan kontribusi besar untuk menghasilkan model identifikasi yang dikembangkan dalam pemecahan masalah (Barhmi, 2020; Hahs-Vaughn, Lomax, Hahs-Vaughn, & Lomax, 2020). Konsep artificial neural network (ANN) yang didasari pada proses fuzzy dapat memberikan hasil yang efektif dalam proses analisis (Anastassiou & Iatan, 2016; Beşikçi, 2016). Penjelasan lebih sederhana, FNN melakukan ekstraksi data yang di mulai dari proses fuzzy yang menjadi kendali berupa pola dan aturan (Huanyao, 2016). Berdasarkan penelitian terdahulu, dijelaskan bahwa FNN mampu memberikan hasil keluaran cukup akurat berdasarkan proses klasifikasi dan identifikasi (Korshunova, 2018). FNN dapat dijadikan sistem kontrol pada proses identifikasi (Dai, Chen, & Chen, 2017). Hasil FNN dapat memberikan model untuk melakukan pemecahan masalah dengan nilai RMSE sebesar 2.399 (Utomo, Mahmudy, & Anam, 2017).

Proses kinerja metode fuzzy pada neural network dapat memberikan kejelasan dari variabel jaringan yang bersifat kabur. Logika fuzzy ini mampu dapat diterapkan pada proses seperti pengenalan pola, analisis, prediksi dan lainnya (Setia & Prasetyaningrum, 2019). Penjelasan dari penelitian yang diusulkan oleh (Wardani, Nasution, & Amijaya, 2017) menyatakan bahwa logika fuzzy dapat mengoptimalkan kinerja dari ANN untuk menghasilkan hasil yang optimal. Pembahasan terdahulu pada proses identifikasi kualitas daging menerapkan konsep serta model yang masih sangat sederhana. Hal ini dapat dilihat pada kasus penentuan kualitas daging dengan metode ANN memberikan keluaran dengan nilai akurasi sebesar 92.5% (Ichsan, 2019). Berdasarkan pemaparan tersebut, model MLR dengan FNN dapat dikembangkan dalam kasus penentuan kualitas daging. Proses kerja model ini dapat memberikan perbedaan dari model sebelumnya yang hanya menyajikan proses identifikasi saja namun tidak menganalisis variabel yang digunakan.

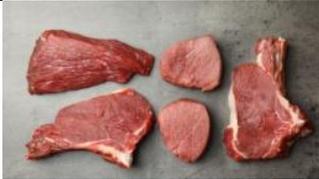
Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa kombinasi MLR dengan FNN dapat dijadikan sebuah model pengembangan yang terstruktur untuk memberikan keluaran yang cukup baik berdasarkan variabel dengan perhitungan aljabar (Sorkheh, Kazemifard, & Rajabpoor, 2018; Wong, 2020). Selain itu, model ini juga mampu melakukan evaluasi pada pola yang terbentuk untuk mendapatkan hasil maksimum (Çerçi & Hürdoğan, 2020). Secara umum, model ini sangat efektif dalam melakukan pemecahan masalah dan digunakan sebagai pendekatan dalam memberikan solusi yang terbaik (Khademi, Akbari, Jamal, & Nikoo, 2017; Khashei, Zeinal Hamadani, & Bijari, 2012). Hasil identifikasi memberikan tingkat akurasi yang baik, sehingga model ini sangat tepat diterapkan dalam identifikasi kualitas pada daging sapi. Tujuan penelitian ini melakukan proses analisis penentuan kualitas daging menggunakan metode MLR dan FNN. Keterbaharuan yang diusulkan dalam penelitian ini menyajikan proses pengujian korelasi hubungan variabel yang digunakan dengan MLR. pengujian korelasi ini memberikan masukan dalam menentukan variabel dalam penentuan kualitas daging sapi. Secara keseluruhan manfaat yang didapat akan memberikan informasi kepada masyarakat untuk dijadikan referensi dalam pemilihan kualitas daging.

2. METODE

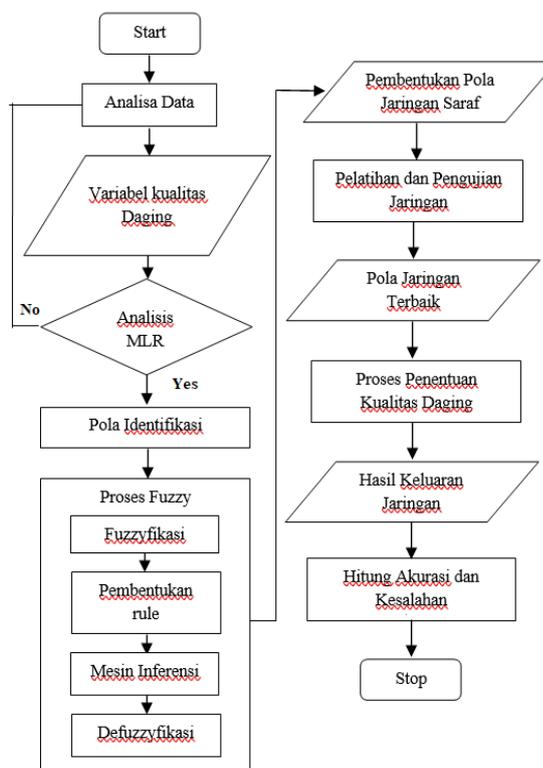
Pendekatan pada penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif berdasarkan penghitungan matematis yang sudah dijelaskan sebelumnya. Adapun data yang didapat berdasarkan observasi lapangan dengan melihat indikator berdasarkan kualitas daging. Dalam proses identifikasi yang digunakan, proses

dimulai dari analisis variabel dengan MLR kemudian akan diteruskan dengan FNN untuk menghasilkan keluaran identifikasi yang tepat dan akurat. Variabel yang akan digunakan mengacu kepada kondisi fisik serta kategori kualitas pada daging sapi berdasarkan data sample yang didapat. Berdasarkan fakta, adapun bentuk kualitas daging sapi dapat dikategorikan pada [Tabel 1](#).

Tabel 1. Bentuk Kualitas Daging Sapi

Kualitas Daging Sapi	Citra Daging
Tidak Baik	
Baik	
Sangat Baik	

[Tabel 1](#) menjelaskan bahwa ada 3 jenis klasifikasi kualitas daging sapi di antaranya kualitas tidak baik, kualitas baik dan kualitas sangat baik. [Tabel.1](#) juga menjadi variable output (Y) dalam proses penentuan kualitas daging sapi. Dalam penelitian ini, adapun kegiatan yang dilakukan dalam proses penentuan kualitas daging dapat di gambarkan pada model analisis penentuan kualitas daging terdapat pada [Gambar 1](#).



Gambar 1. Model Analisis Penentuan Kualitas Daging Sapi

Gambar 1 menjelaskan bahwa model analisis identifikasi kualitas daging sapi memiliki beberapa tahapan sebagai berikut. Proses dimulai dari analisis data pada proses kerja identifikasi. Selanjutnya penentuan variabel dalam identifikasi kualitas daging. Setelah variabel di dapat, maka lakukan uji analisis korelasi dengan MLR. Jika hasil uji memberikan hubungan yang signifikan terhadap keluaran, maka proses dilanjutkan. Jika tidak, maka proses akan diulang kembali dari proses analisis data. Setelah analisis MLR, maka proses fuzzy di mulai. Proses ini merupakan langkah awal dalam FNN. Fuzzy bertujuan untuk membentuk aturan identifikasi yang akan dilakukan ANN. Adapun proses fuzzy dimulai dari fuzzyfikasi, pembentukan rule, mesin inferensi, dan terakhir adalah proses defuzzyfikasi.

Setelah proses fuzzy dilakukan, maka tahapan penelitian ini akan dilanjutkan pada pembentukan pola jaringan. Tahapan ini akan mengacu pada rule yang terbentuk dari proses fuzzy. Setelah pola terbentuk, proses pelatihan dan pengujian jaringan akan dilakukan untuk mendapatkan pola terbaik. Tahap akhir dari proses penentuan kualitas pada daging adalah proses identifikasi dengan menggunakan ANN untuk menghasilkan hasil yang tepat dan akurat.

Multiple Regressi Linear (MLR)

Analisis MLR dilakukan untuk mengukur tingkat hubungan variabel yang digunakan dengan keluaran pada proses identifikasi kualitas daging sapi. MLR merupakan sebuah metode yang digunakan untuk pengukuran variabel dengan model matematis. Adapun formula yang digunakan dapat dilihat pada Persamaan.1 (Isra Mirandha, 2017):

$$Y = \alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + e \quad (1)$$

Persamaan 1 menjelaskan proses pengujian analisis MLR. Y merupakan persamaan yang digunakan untuk melakukan uji regresi. α adalah nilai konstanta yang didapat. X_1, x_2, x_3 dan x_4 adalah variable yang digunakan dalam pengujian regresi. Dalam hal ini, hubungan variabel tersebut dapat disajikan pada proses uji R.Square. Adapun formula yang digunakan dapat dilihat pada Persamaan.2 (Izzah & Widyastuti, 2017).

$$R^2 = 1 - \frac{SS \text{ Error}}{SS \text{ Total}} = 1 - \frac{\sum (Y_i - \hat{Y}_i)^2}{\sum (Y_i - \bar{Y})^2} \quad (2)$$

Persamaan 2 menjelaskan bahwa Y_i merupakan respon ke-i. \bar{Y} juga merupakan nilai rata-rata yang didapat dan \hat{Y}_i adalah hasil. Dengan persamaan tersebut maka pengujian variable akan memberikan masukan keterkaitan indicator yang digunakan dalam penentuan kualitas daging sapi.

Logika Fuzzy

Konsep logika fuzzy merupakan sebuah cabang ilmu kecerdasan buatan yang dapat memecahkan masalah dan memiliki unsur ketidakpastian (Nasir, 2017). Dalam penjelasan lainnya menjelaskan bahwa logika fuzzy adalah sebuah cara yang digunakan untuk memetakan masalah yang dimasukkan ke dalam wadah input untuk dimasukkan ke ruang output (Nasir, 2017). Adapun tahapan dalam konsep fuzzy dimulai dari pembentukan himpunan, menentukan fungsi implikasi, pembentukan aturan, dan defuzzyfikasi. Persamaan dalam logika fuzzy ini dapat dilihat pada Persamaan.3 (Maharani & Candra, 2021).

$$\mu_{sf}[X_i] = \max(\mu_{sf}[X_i], \mu_{kf}[X_i]) \quad (3)$$

Persamaan 3 di atas menjelaskan bahwa $\mu_{sf}[X_i]$ merupakan nilai anggota solusi yang dihasilkan fuzzy dalam bentuk aturan. Sementara $\mu_{kf}[X_i]$ adalah nilai keanggotaan dari konsekuen fuzzy untuk setiap aturan yang dihasilkan.

Artificial Neural Network (ANN)

Jaringan saraf tiruan atau disebut juga dengan ANN merupakan sebuah metode yang dapat melakukan proses penghitungan dengan menerapkan kecerdasan manusia (Pasini, 2015), (Mahendra, Kartini, & Haryudo, 2021). Pada penjelasan yang lainnya juga menjelaskan bahwa ANN merupakan konsep yang menyerupai prinsip berpikir manusia secara komputasi dalam penyelesaian masalah (Villarrubia, 2018), (Baskoro, Alamsyah, & Suprianto, 2021).

Penerapannya ANN dapat mengadopsi model adaptif dalam melakukan pembelajaran untuk menghasilkan hasil keluaran yang baik sebagai solusi terhadap sebuah masalah (Silva, 2016), (Nasution, Lubis, & Cipta, 2021). ANN juga merupakan sebuah konsep yang banyak diinterpretasikan dalam sebuah kasus seperti identifikasi, klasifikasi, dan prediksi (Alić, 2016), (Adams, Carleo, Lovato, & Rocco, 2021).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Proses analisis dalam penentuan kualitas daging sapi dimulai dari proses analisis menggunakan MLR. Pada dasarnya MLR digunakan untuk mengukur pola analisis berdasarkan indikator variabel (Yanto, Sanjaya, Yulasm, Guswandi, & Arlis, 2021). Adapun pola yang digunakan dapat disajikan pada Tabel.2.

Tabel 2. Pola Analisis Penentuan Kualitas Daging Sapi

Formalin	Bau	Warna	Teksture	Harga	Tempat Penjual	Waktu Ketahanan	Kualitas
27	34	11	2	100000	Pasar Tradisional	Sebentar	Tidak Baik
39	2	40	94	130000	Pasar Modren	Lama	Baik
16	40	68	6	100000	Pasar Tradisional	Lama	Tidak Baik
15	11	52	61	135000	Pasar Tradisional	Lama	Baik
23	40	51	91	130000	Pasar Tradisional	Lama	Baik
3	19	97	37	95000	Pasar Tradisional	Sebentar	Tidak Baik
36	13	85	64	130000	Pasar Modren	Lama	Baik
19	13	86	88	125000	Pasar Modren	Lama	Baik
35	42	6	38	100000	Pasar Tradisional	Lama	Tidak Baik
8	45	22	74	130000	Pasar Tradisional	Lama	Baik
15	46	3	93	150000	Pasar Modren	Lama	Sangat Baik
8	50	95	40	100000	Pasar Tradisional	Sebentar	Tidak Baik

Tabel 2 menjelaskan bahwa pola penentuan kualitas daging sapi dibentuk dengan menggunakan indikator variabel yang didapat dari proses penelusuran dengan pendekatan observasi lapangan. Pola tersebut nantinya akan diukur serta di uji menggunakan konsep MLR guna melihat besaran kekuatan yang didapat dalam proses penentuan kualitas daging sapi. Adapun proses pengukuran analisis digunakan.

MLR Uji R.Square (Correlation)

Proses pengujian tersaji dalam perhitungan untuk melihat hubungan korelasi antarvariable predictor (X) dan keluaran hasil (Y) (Ciulla, 2019). hasil pengukuran tersebut dapat dilihat berdasarkan hasil perhitungan R. Square yang terdapat pada Tabel. 3.

Tabel 3. Hasil Uji R.Square

Model Summary				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	0,982	0,965	0,959	0,10528

Tabel 3 di atas dapat menunjukkan hasil tingkat hubungan keseluruhan variabel terhadap keluaran kualitas daging sapi memiliki tingkat hubungan sebesar 96.5%. Hasil membuktikan bahwa indikator variabel yang digunakan sudah terlihat tepat dalam penentuan kualitas daging sapi.

Komparasi Multivariabel (ANOVA) dan Uji Koefisien Coefficient

Setelah melakukan proses uji dengan R.Square, proses analisis MLR dilanjutkan untuk mengukur komparasi multivariabel (ANOVA). Hasil pengukuran ANOVA tersebut dapat memperkuat hasil perhitungan R. Square sebelumnya yang ada pada Tabel 3 untuk hasil pengukuran ANOVA dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Tabel Uji Antar Variabel (ANOVA)

ANOVA ^a						
	Model	Sum of	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	13,86	7	1,98	178,634	.000 ^b
	Residual	0,51	46	0,011		
	Total	14,37	53			

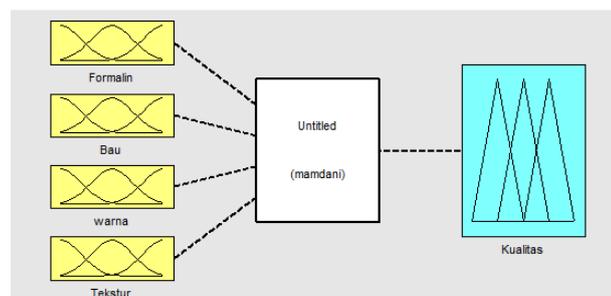
Tabel 5. Nilai uji Coefficients dari Variabel

		Coefficients				
		Unstandart Coefficients		Standard		
Model		B	Std. Error	Beta	t	Sig.
1	(Constant)	-2,342	0,142		-16,454	0,000
	Formalin	-0,001	0,001	-0,043	-1,394	0,002
	Bau	0,001	0,001	0,057	1,895	0,004
	Warna	3,108E-05	0,000	0,002	0,074	0,004
	Teksture	0,000	0,001	0,021	0,624	0,001
	Harga	3,278E-05	0,000	0,932	24,566	0,069
	Tempat Penjual	0,127	0,051	0,092	2,499	0,161
	Waktu Ketahanan	-0,049	0,034	-0,043	-1,414	0,184

Berdasarkan proses uji koefesien pada Tabel 5 menunjukkan bahwa variabel (X) yang memengaruhi keluaran hasil penentuan kualitas daging sapi (Y) di antaranya adalah formalin (X1), bau (X2), warna (X3), dan tekstur (X4). Variabel tersebut dapat digunakan untuk membentuk pola jaringan dalam proses identifikasi kualitas daging sapi.

Analisis Fuzzy

Proses analisis logika fuzzy bertujuan untuk dapat menemukan pola kepastian dalam proses identifikasi (Leung, 2020). Adapun model rancangan logika fuzzy dapat di lihat pada Gambar 2.

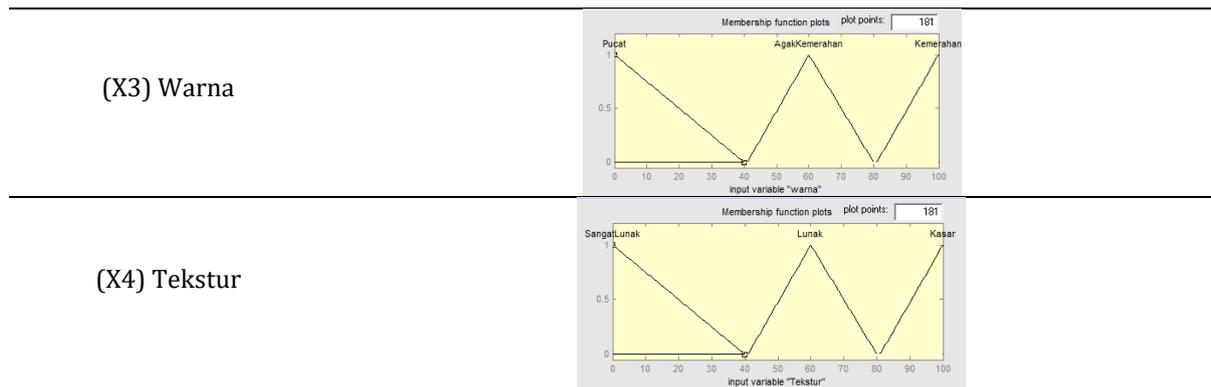


Gambar 2. Model Logika Fuzzy Penentuan Kualitas Daging

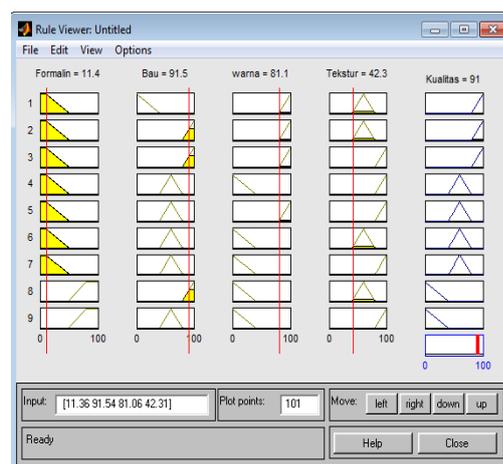
Pada Gambar 2 terlihat 4 variabel yang digunakan dengan pendekatan yang dipakai pada proses ini adalah mamdani. Variabel yang digunakan dalam menentukan kualitas daging di antaranya : kandungan zat kimia atau zat formalin (X1), bau (X2), warna (X3), dan tekstur (X4) bentuk fisik pada daging yang terlihat. Variabel ini sejalan dengan penelitian yang juga sudah dilakukan sebelumnya dalam pendeteksian kualitas daging (Herlambang, Nurhayati, & Martono, 2016). Tahap awal pada logika fuzzy yakni melakukan proses fuzzyfikasi dengan menentukan range atau batasan nilai sebagai parameter pengukuran (Zadeh, 2015). Adapun tahap tersebut dapat digambarkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Fuzzyfikasi Variabel dengan Matlab

Variabel	Bentuk Grafik Variabel
(X1) Formalin	
(X2) Bau	



Terlihat dari [Tabel 6](#) bahwa parameter dari tiap himpunan variabel dapat digambarkan dengan bentuk kurva dari keluaran sebuah grafik. Setelah proses tahap fuzzyfikasi dilakukan, maka proses akan dilanjutkan pada pembentukan rule. Proses ini digunakan untuk menjadi knowledge based dari proses penentuan kualitas pada daging. Setelah pembentukan rule didapat, proses fuzzy masih lanjut dalam tahap mesin inferensi. Proses ini, bertujuan untuk menguji rule yang terbentuk agar nantinya bisa diterapkan pada proses penentuan kualitas dengan neural network. Dari poses mesin inferensi yang sudah dilakukan pada logika fuzzy, menunjukkan bahwa aturan yang terbentuk dapat diimplementasikan kedalam metode neural network([Astuti, Muslim, & Sugiharti, 2019](#)). Adapun proses inferesi yang sudah dilakukan dapat dilihat pada [Gambar 3](#).



Gambar 3. Hasil Proses Mesin Inferensi logika Fuzzy

Dari [Gambar 3](#) yang disajikan di atas, terlihat bahwa pola aturan dari rule fuzzy yang terbentuk dapat digunakan dalam melihat dan menentukan kualitas daging sapi.

Fuzzy Neural Network (FNN)

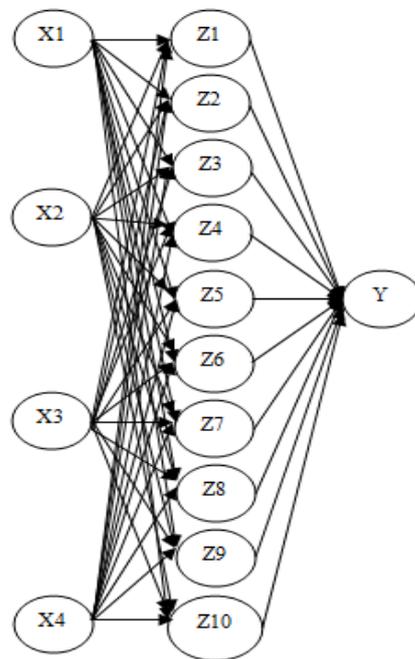
Pada proses metode FNN menentukan kualitas daging, proses dimulai untuk melakukan transformasi data atau variabel yang didapat dari aturan pada proses sebelumnya. Adapun hasil proses transformasi yang dilakukan dapat dilihat pada [Tabel 7](#).

Tabel 7. Hasil Proses Transformasi Data

X1	X2	X3	X4	Y
0.1000	0.5000	0.1000	0.1000	0.1000
0.1000	0.5000	0.1000	0.5000	0.1000
0.1000	0.5000	0.1000	0.9000	0.5000
0.1000	0.5000	0.5000	0.1000	0.1000
0.1000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000

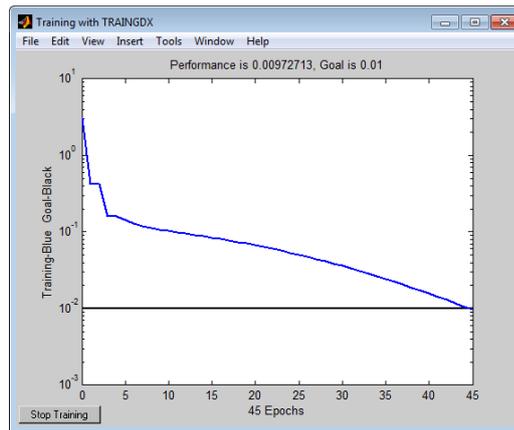
X1	X2	X3	X4	Y
0.1000	0.5000	0.5000	0.9000	0.5000
0.1000	0.5000	0.9000	0.1000	0.1000
0.1000	0.5000	0.9000	0.5000	0.5000
0.1000	0.5000	0.9000	0.9000	0.5000
0.1000	0.1000	0.9000	0.1000	0.1000
0.1000	0.1000	0.9000	0.5000	0.5000
0.9000	0.1000	0.5000	0.1000	0.1000
0.9000	0.1000	0.5000	0.5000	0.1000
0.9000	0.1000	0.5000	0.9000	0.1000
0.9000	0.1000	0.9000	0.1000	0.1000
0.9000	0.1000	0.9000	0.5000	0.1000
0.9000	0.1000	0.9000	0.9000	0.1000

Setelah proses transformasi dilakukan, proses dilanjutkan dalam proses pelatihan dan pengujian jaringan dari beberapa pola. Proses ini memiliki tujuan untuk menemukan jaringan yang terbaik untuk proses identifikasi kualitas pada daging sapi. Berdasarkan proses yang sudah dilakukan maka pola jaringan terbaik didapat adalah model pola 4-10-1. Pola ini nantinya akan digunakan dalam proses penentuan kualitas daging sehingga hasil dari proses identifikasi akan memberikan hasil keluaran yang tepat dan akurat. Adapun pola jaringan dalam penentuan kualitas daging sapi dapat dilihat pada [Gambar 4](#).



Gambar 4. Pola Jaringan Penentuan Kualitas Daging

Berdasarkan pola jaringan yang terdapat pada [Gambar 4](#) dijelaskan bahwa proses penentuan kualitas daging dapat dilakukan dengan menggunakan pendekatan jaringan propagasi balik. Adapun hasil yang diberikan dapat dilihat pada [Gambar 5](#).



Gambar 5. Hasil Proses Penentuan Kualitas Daging Dengan FNN

Berdasarkan Gambar 5 menjelaskan bahwa proses identifikasi dapat menentukan kualitas daging sapi. Berikut hasil perbandingan keluaran jaringan yang dapat dilihat pada Tabel. 7.

Tabel 8. Perbandingan Hasil Keluaran Proses Logika Fuzzy dan Neural Network

Output Fuzzy	Output FNN
0.1000	0.1530
0.1000	0.1690
0.5000	0.4725
0.1000	0.1665
0.5000	0.4952
0.5000	0.5212
0.1000	0.1591
0.5000	0.4838
0.5000	0.6272
0.1000	0.0802
0.5000	0.2348
0.1000	0.2515
0.1000	0.0362
0.1000	0.0352
0.1000	0.0710
0.1000	0.0825
0.1000	0.1443

Berdasarkan Tabel 7 di atas, dapat dilihat bahwa semua keluaran sudah memiliki nilai yang sama dalam menentukan kualitas daging. Kesamaan nilai ini dapat dilihat pada proses fuzzyfikasi di awal dalam menentukan range dan himpunan semesta pada logika fuzzy. Untuk meyakinkan hasil keluaran dari proses penentuan kualitas daging sapi, maka diperlukan pengukuran nilai Mean Square Error (MSE), Mean Average Percentage Error (MAPE) serta nilai akurasi (Widodo, Sarwoko, & Firdaus, 2017). Proses tersebut dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan:

$$MSE = \sum \frac{(Y' - Y)^2}{n} \quad 3)$$

$$MAPE = \frac{\sum \frac{(Y' - Y)^2}{Y}}{n} \times 100 \% \quad 4)$$

$$Accuracy = 100 \% - MAPE \quad 5)$$

Hasil penghitungan berdasarkan rumus diatas untuk mengetahui nilai kesalahan berdasarkan MSE, MAPE, dan nilai akurasi keluaran pada proses identifikasi, menunjukkan bahwa nilai MSE keluaran jaringan sebesar 0.4894, nilai MAPE sebesar 0.12% dan tingkat akurasi yang diberikan sebesar 99.88%.

Pembahasan

Daging merupakan bahan pangan yang sangat dibutuhkan oleh tubuh karena mengandung gizi, protein, lemak, serta mineral yang tinggi. Salah satunya adalah daging sapi. Daging sapi diharapkan memiliki kualitas yang layak untuk dikonsumsi. Daging yang memiliki kualitas yang bagus tentunya akan mudah untuk diolah serta menghasilkan makanan yang tinggi gizi. Untuk memperoleh kualitas daging sapi yang bagus, perlu dilakukan identifikasi kualitas pada daging sapi (Arsy et al., 2016). Proses identifikasi citra pada daging dapat dilakukan dengan menggunakan fuzzy neural network (FNN) (Andaya et al., 2019). Proses identifikasi FNN memberikan sistem kontrol dalam klasifikasi (Kodogiannis, 2016). FNN merupakan suatu model yang dilatih menggunakan ANN, namun struktur jaringannya diinterpretasikan dengan sekelompok aturan-aturan fuzzy. Keuntungan utama menggunakan FNN adalah proses *fuzzifikasi* hingga *defuzzifikasi* dapat menghasilkan keluaran yang lebih rasional untuk dapat dilatih menggunakan algoritma pembelajaran yang digunakan pada ANN.

Proses identifikasi FNN ini diawali dengan proses analisis menggunakan MLR. Pada dasarnya MLR digunakan untuk mengukur pola analisis berdasarkan indikator variabel (Yanto et al., 2021). Pengukuran yang digunakan adalah dimulai dengan Uji R. Square yaitu sebuah konsep yang terdapat dalam MLR yang digunakan dalam pengukuran hubungan variabel (Li et al., 2021). Hasilnya menunjukkan bahwa indikator variabel yang digunakan sudah terlihat tepat dalam penentuan kualitas daging sapi. Dilanjutkan dengan mengukur komparasi multivariabel (ANOVA). Pada dasarnya pengukuran melakukan perhitungan dengan melihat hubungan dari tiap indikator variabel (Jan, 2017). Tujuan pengukuran juga mampu menemukan perbedaan dari setiap variabel indikator pada pola data yang digunakan. Secara sederhana pengujian ANOVA dilakukan untuk melihat dan memastikan setiap hubungan antar variabel (X) terhadap (Y) (Garcia-Guilianny, De-La-hoz-franco, Rodríguez-Toscano, De-La-hoz-hernández, & Hernandez-Palma, 2020).

Langkah selanjutnya adalah analisis fuzzy. Proses analisis logika fuzzy bertujuan untuk dapat menemukan pola kepastian dalam proses identifikasi (Leung, 2020). Pola ini di dapat berdasarkan aturan rule yang terbentuk dan telah diuji pada proses mesin inferensi. Untuk menyempunakan model analisis yang diusulkan, maka pembahasan akan dilanjutkan untuk menguji pola aturan dari rule dengan konsep neural network. Rule yang digunakan dalam neural network dapat dijadikan sebagai neuron pada jaringan saraf atau bisa disebut dengan neuro-fuzzy (Yazdanbakhsh & Dick, 2019). FNN merupakan kombinasi metode yang bertujuan untuk mengoptimalkan dari sebuah proses. Metode ini menyajikan nilai dalam bentuk interval didalam jaringan saraf berdasarkan data fuzzy (Yeylaghi, Otadi, & Imankhan, 2017). Untuk meyakinkan hasil keluaran dari proses penentuan kualitas daging sapi, maka diperlukan pengukuran nilai mean square error (MSE), mean average percentage error (MAPE), serta nilai akurasi (Widodo et al., 2017). Dari hasil tersebut, dapat dinyatakan bahwa proses penentuan kualitas daging sapi dengan model analisis yang dikembangkan menggunakan MLR dan FNN dapat memberikan hasil keluaran identifikasi yang cukup tepat dan akurat. Hasil penelitian sebelumnya juga menunjukkan bahwa model ini juga mampu melakukan evaluasi pada pola yang terbentuk untuk mendapatkan hasil maksimum (Çerçi & Hürdoğan, 2020). Secara umum, model ini sangat efektif dalam melakukan pemecahan masalah dan digunakan sebagai pendekatan dalam memberikan solusi yang terbaik (Khademi et al., 2017; Khashei et al., 2012). Model multiple linear regression memiliki tingkat kehandalan dan kecocokan sebesar 57,78% (Budiman & Akhlakulkarimah, 2015).

4. SIMPULAN

Dari hasil pembahasan yang sudah dilakukan pada proses identifikasi menggunakan model analisis MLR dan FNN dapat disimpulkan bahwa model analisis yang dikembangkan memberikan hasil yang lebih baik dari proses analisis sebelumnya. Berdasarkan hasil uji dan pengukuran MLR menunjukkan hasil yang cukup signifikan, sehingga menghasilkan aturan pola yang tepat dalam proses penentuan kualitas daging sapi. Analisis FNN juga memberikan hasil yang optimal dengan tingkat akurasi yang sangat baik dan kesalahan yang relatif kecil. Dengan hasil analisis yang didapat sudah cukup membuktikan bahwa model analisis yang dikembangkan sangat cocok diterapkan pada proses identifikasi kualitas daging sapi. Dengan demikian, secara keseluruhan, manfaat yang didapat akan dijadikan salah satu alternatif solusi terbaik guna menentukan kualitas daging sapi.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Adams, C., Carleo, G., Lovato, A., & Rocco, N. (2021). Variational Monte Carlo Calculations of $A \leq 4$ Nuclei with An Artificial Neural-Network Correlator Ansatz. *Physical Review Letters*, 127(2), 22502.
- Alić, B. (2016). Classification of Stress Recognition Using Artificial Neural Network. *2016 5th Mediterranean*

- Conference on Embedded Computing, MECO 2016 - Including ECyPS 2016, BIOENG.MED 2016, MECO: Student Challenge 2016.* <https://doi.org/10.1109/MECO.2016.7525765>.
- Anastassiou, G. A., & Iatan, I. F. (2016). A Recurrent Neural Fuzzy Network. *Journal of Computational Analysis and Applications*, 20(2), 213–225.
- Anastasya, S., Swacita, I. B. N., & Suada, I. K. (2020). Perbandingan Kualitas Fisik Objektif Daging Sapi Bali Produksi Rumah Pematangan Hewan Karangasem, Klungkung, dan Gianyar. *Indonesia Medicus Veterinus*, 9(3), 361–369. <https://doi.org/10.19087/imv.2020.9.3.361>.
- Andaya, A. E., Arboleda, E. R., Andilab, A. A., & Delloso, R. M. (2019). Meat Marbling Scoring Using Image Processing with Fuzzy Logic Based Classifier. *International Journal of Scientific and Technology Research*, 8(8), 1442–1445.
- Araiza-Aguilar, J. A., Rojas-Valencia, M. N., & Aguilar-Vera, R. A. (2020). Forecast Generation Model of Municipal Solid Waste Using Mlinear Regression. *Global Journal of Environmental Science and Management*, 6(1), 1–14. <https://doi.org/10.22034/gjesm.2020.01.01>.
- Arsy, L., Nurhayati, O. D., & Martono, K. T. (2016). Application of Digital Meat Detection Image Processing Using the K-Mean Clustering Segmentation Method Based on Open CV and Eclipse. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Komputer*, 4(2), 322.
- Asmara, R. A., Puspitasri, D., Romlah, S., H, Q., & Romario, R. (2017). Identifikasi Kesegaran Daging Sapi Berdasarkan Citranya dengan Ekstraksi Fitur Warna dan Teksturnya Menggunakan Metode Gray Level Co-Occurrence Matrix. *Prosiding SENTIA*, 9, 89–94.
- Astuti, W. T., Muslim, M. A., & Sugiharti, E. (2019). The Implementation of The Neuro Fuzzy Method Using Information Gain for Improving Accuracy in Determination of Landslide Prone Areas. *Scientific Journal of Informatics*, 6(1), 95–105. <https://doi.org/10.15294/sji.v6i1.16648>.
- Barhmi, S. (2020). Forecasting of Wind Speed Using Multiple Linear Regression and Artificial Neural Networks. *Energy Systems*, 11(4), 935–946. <https://doi.org/10.1007/s12667-019-00338-y>.
- Baskoro, F., Alamsyah, F., & Suprianto, B. (2021). Peramalan Beban Listrik Harian Menggunakan Artificial Neural Network. *Jurnal Teknik Elektro*, 10(1), 203–209.
- Beşikçi, E. B. (2016). An Artificial Neural Network Based Decision Support System for Energy Efficient Ship Operations. *Computers and Operations Research*, 66, 393–401. <https://doi.org/10.1016/j.cor.2015.04.004>.
- Budiman, I., & Akhlakulkarimah, A. N. (2015). Aplikasi Data Mining Menggunakan Multiple Linear Regression untuk Pengenalan Pola Curah Hujan. *JURNAL ILMIAH ILMU KOMPUTER*, 2(1). <https://doi.org/10.20527/klik.v2i1.16>.
- Çerçi, K. N., & Hürdoğan, E. (2020). Comparative Study of Multiple Linear Regression (MLR) and Artificial Neural Network (ANN) Techniques to Model A Solid Desiccant Wheel. *International Communications in Heat and Mass Transfer*, 116. <https://doi.org/10.1016/j.icheatmasstransfer.2020.104713>.
- Ciulla, G. (2019). Building Energy Performance Forecasting: A multiple Linear Regression Approach. *Applied Energy*, 253. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2019.113500>.
- Dai, B., Chen, R., & Chen, R. C. (2017). Temperature Control with Fzzy Neural Network. In *Proceedings - 2017 IEEE 8th International Conference on Awareness Science and Technology, iCAST 2017* (Vol. 2018-Janua, pp. 452–455). <https://doi.org/10.1109/ICAwST.2017.8256499>.
- Garcia-Guiliany, J., De-La-hoz-franco, E., Rodríguez-Toscano, A. D., De-La-hoz-hernández, J. D., & Hernandez-Palma, H. G. (2020). Multiple Linear Regression Model Applied to The Projection of Electricity Demand in Colombia. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 10(1), 419–422. <https://doi.org/10.32479/ijeeep.7813>.
- Hahs-Vaughn, D. L., Lomax, R. G., Hahs-Vaughn, D. L., & Lomax, R. G. (2020). Multiple Linear Regression. In *An Introduction to Statistical Concepts* (pp. 923–995). <https://doi.org/10.4324/9781315624358-18>.
- Herlambang, A. S., Nurhayati, O. D., & Martono, K. T. (2016). Sistem Pendeteksi Kualitas Daging dengan Ekualisasi Histogram dan Thresholding Berbasis Android. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Komputer*, 4(2), 404. <https://doi.org/10.14710/jtsiskom.4.2.2016.404-413>.
- Huanyao, Q. (2016). The Reserch of Variable Structure Fuzzy Neural Network Control System. In *Proceedings of 2016 IEEE International Conference of Online Analysis and Computing Science, ICOACS 2016* (pp. 273–276). <https://doi.org/10.1109/ICOACS.2016.7563095>.
- Ichsan, H. B. F. D. S. M. H. H. (2019). Implementasi Sistem Penentuan Kesegaran Daging Sapi Lokal Berdasarkan Warna dan Kadar Amonia dengan Metode Jaringan Saraf Tiruan Berbasis Embedded System. *Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 3, 3955–3962.
- Isra Mirandha, I. (2017). Pengaruh Tampilan Etalase, Pendekatan Promosi, Gaya Hidup Berbelanja, dan Karyawan Toko terhadap Pembelian Impulsif pada Pengunjung Hermes Palace Mall Kota Banda

- Aceh. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Ekonomi Manajemen*, 2(3).
- Izzah, A., & Widyastuti, R. (2017). Prediksi Harga Saham Menggunakan Improved Multiple Linear Regression untuk Pencegahan Data Outlier. *Kinetik: Game Technology, Information System, Computer Network, Computing, Electronics, and Control*, 141–150.
- Jan, B. (2017). Analysis of Variability of Atmospheric Pollutants in Ambient Air of Metropolitan City Karachi, and Environmental Sustainability. *Journal of Basic & Applied Sciences*, 13, 311–315. <https://doi.org/10.6000/1927-5129.2017.13.51>.
- Kenton, W. (2021). Multiple Linear Regression (MLR) Definition.
- Khademi, F., Akbari, M., Jamal, S. M., & Nikoo, M. (2017). Multiple Linear Regression, Artificial Neural Network, and Fuzzy Logic Prediction of 28 Days Compressive Strength of Concrete. *Frontiers of Structural and Civil Engineering*, 11(1), 90–99. <https://doi.org/10.1007/s11709-016-0363-9>.
- Khashei, M., Zeinal Hamadani, A., & Bijari, M. (2012). A Novel Hybrid Classification Model of Artificial Neural Networks and Multiple Linear Regression Models. *Expert Systems with Applications*, 39(3), 2606–2620. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2011.08.116>.
- Kodogiannis, V. (2016). A Fuzzy-Wavelet Neural Network Model for The Detection of Meat Spoilage Using An Electronic Nose. *2016 IEEE International Conference on Fuzzy Systems, FUZZ-IEEE 2016*. <https://doi.org/10.1109/FUZZ-IEEE.2016.7737757>.
- Komolka, K. (2020). Determination and Comparison of Physaical Meat Quality Parameters of Percidae and Salmonidae in Aquaculture. *Foods*, 9(4). <https://doi.org/10.3390/foods9040388>.
- Korshunova, K. P. (2018). A Convolutional Fuzzy Neural Network for Image Classification. In *RPC 2018 - Proceedings of the 3rd Russian-Pacific Conference on Computer Technology and Applications*. <https://doi.org/10.1109/RPC.2018.8482211>.
- Leung, Y. (2020). Fuzzy Set and Fuzzy Logic. In *International Encyclopedia of Human Geography* (pp. 247–251). <https://doi.org/10.1016/b978-0-08-102295-5.10380-4>.
- Li, J., Fu, X., Lv, J., Cui, L., Li, R., Bai, A., ... Tang, X. (2021). Multiple Regression Analysis of Perinatal Conditions, Physical Development, and Complications in Assisted Reproduction Singletons. *Translational Pediatrics*, 10(9), 2347.
- Maharani, N. N., & Candra, F. (2021). Aplikasi Smartdiet Menggunakan Logika Fuzzy Berbasis Android.
- Mahendra, P. A., Kartini, U. T., & Haryudo, S. I. (2021). Peramalan Susut Energi Jangka Pendek Menggunakan Metode Fuzzy Logic dan Feed Forward Neural Network Berdasarkan Keseimbangan Beban. *Jurnal Teknik Elektro*, 10(2), 453–462.
- Nasir, J. (2017). Analisis Fuzzy Logic Menentukan Pemilihan Motor Honda dengan Metode Mamdani. *Edik Informatika*, 3(2), 177–186.
- Nasution, S. Z., Lubis, R. S., & Cipta, H. (2021). Penerapan Metode Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation dalam Memprediksi Jumlah Mahasiswa Matematika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan. *THETA: Jurnal Pendidikan Matematika*, 3(1), 41–45.
- Pasini, A. (2015). Artificial Neural Networks for Small Dataset Analysis. *Journal of Thoracic Disease*, 7(5), 953–960. <https://doi.org/10.3978/j.issn.2072-1439.2015.04.61>.
- Setia, B., & Prasetyaningrum, P. T. (2019). *Penerapan Metode Logika Fuzzy*. *Jurnal Sistem Cerdas* (Vol. 2).
- Sihombing, V. E., Swacita, I. B. N., & Suada, I. K. (2020). Perbandingan Uji Subjektif Kualitas Daging Sapi Bali Produksi Rumah Potong Hewan Gianyar, Klungkung, dan Karangasem. *Indonesia Medicus Veterinus*, 9(1), 99–106. <https://doi.org/10.19087/imv.2020.9.1.99>.
- Silva, I. N. da. (2016). *Artificial Neural Networks: A Practical Course*. *Artificial Neural Networks: A Practical Course*. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-43162-8>.
- Sorkheh, K., Kazemifard, A., & Rajabpoor, S. (2018). A Comparative Study of Fuzzy Linear Regression and Multiple Linear Regression in Agricultural Studies: A Case Study of Lentil Yield Management. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 42(6), 402–411. <https://doi.org/10.3906/tar-1709-57>.
- Sudibyoy, U., Kusumaningrum, D. P., Rachmawanto, E. H., & Sari, C. A. (2018). OPTIMASI Algoritma Learning Vector Quantization (Lsq) dalam Pengklasifikasian Citra Daging Sapi dan Daging Babi Berbasis Gcm dan HSV. *Simetris: Jurnal Teknik Mesin, Elektro Dan Ilmu Komputer*, 9(1), 1–10. <https://doi.org/10.24176/simet.v9i1.1943>.
- Tüzün, A. E. (2020). Determination of Meat Quality in Extensively Reared Akkaraman Sheep Breed. *IFMBE Proceedings*. https://doi.org/10.1007/978-3-030-40049-1_23.
- Usmiati, S. (2017). KEEMPUKAN DAGING: Faktor yang Mempengaruhi dan Cara Memperoleh Keempukan Daging.
- Utomo, M. C. C., Mahmudy, W. F., & Anam, S. (2017). Kombinasi Logika Fuzzy dan Jaringan Syaraf Tiruan untuk Prakiraan Curah Hujan Timeseries di Area Puspo – Jawa Timur. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 4(3). <https://doi.org/10.25126/jtiik.201743299>.
- Villarrubia, G. (2018). Artificial Neural Networks Used in Optimization Problems. *Neurocomputing*, 272, 10–

16. <https://doi.org/10.1016/j.neucom.2017.04.075>.
- Wang, W. (2016). A Non-Destructive Detection System for Determination of Multi-Quality Parameters of Meat. *2016 American Society of Agricultural and Biological Engineers Annual International Meeting, ASABE 2016*. <https://doi.org/10.13031/aim.20162461187>.
- Wardani, A. R., Nasution, Y. N., & Amijaya, F. D. T. (2017). Aplikasi Logika Fuzzy dalam Mengoptimalkan Produksi Minyak Kelapa Sawit Dd PT. Waru Kaltim Plantation Menggunakan Metode Mamdani. *Informatika Mulawarman: Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer*, 12(2), 94. <https://doi.org/10.30872/jim.v12i2.651>.
- Widodo, A. P., Sarwoko, E. A., & Firdaus, Z. (2017). Akurasi Model Prediksi Metode Backpropagation. *Jurnal Matematika Vol, 20*, 79–84.
- Wiedermann, W. (2015). Direction of Effects in Multiple Linear Regression Models. *Multivariate Behavioral Research*, 50(1), 23–40. <https://doi.org/10.1080/00273171.2014.958429>.
- Wong, Y. J. (2020). Comparativudy of Artificial Neural Network (ANN), Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS) and Multiple Linear Regression (MLR) for Modeling of Cu (II) Adsorption from Aqueous Solution Using Biochar Derived from Rambutan (*Nephelium Lappaceum*) Pee. *Environmental Monitoring and Assessment*, 192(7). <https://doi.org/10.1007/s10661-020-08268-4>.
- Yanto, M., Sanjaya, S., Yulasmi, Guswandi, D., & Arlis, S. (2021). Implementation Multiple Linear Regresion in Neural Network Predict Gold Price. Department of Informatics Engineering, Faculty of Computer Science, Universitas Putra Indonesia YPTK, Indonesia.
- Yazdanbakhsh, O., & Dick, S. (2019). A Deep Neuro-Fuzzy Network for Image Classification. *ArXiv*.
- Yeylaghi, S., Otadi, M., & Imankhan, N. (2017). A New Fuzzy Regression Model Based on Interval-Valued Fuzzy Neural Network and Its Applications to Management. *Beni-Suef University Journal of Basic and Applied Sciences*, 6(2), 106–111. <https://doi.org/10.1016/j.bjbas.2017.01.004>.
- Zadeh, L. A. (2015). Fuzzy logic - A Personal Perspective. *Fuzzy Sets and Systems*, 281, 4–20. <https://doi.org/10.1016/j.fss.2015.05.009>.
- Zaman, T., & Alakus, K. (2019). Comparison of Resampling Methods in Multiple Linear Regression. *Ondokuz Mayıs University*, 1(1), 91–92.