

Muhammad Ilham Tajuddin¹, M. Fadhilrahman Latief², Abdul Alim Yamin³,
Ichlasul Amal⁴, Jasmal A Syamsu. (2022). Ketengikan Hidrolisis Tepung Ikan Sebagai Bahan Pakan Pada
Berbagai Waktu Penyimpanan. *AVES: Jurnal Ilmu Peternakan*, 16(1), 17-24.
<https://doi.org/10.35457/aves.v12i1.2250>

KETENGIKAN HIDROLISIS TEPUNG IKAN SEBAGAI BAHAN PAKAN PADA BERBAGAI WAKTU PENYIMPANAN

Hydrolytic Rancidity of Fish Meal as a Feed Ingredient at Different Storage Times

**Muhammad Ilham Tajuddin¹, M. Fadhilrahman Latief², Abdul Alim Yamin³,
Ichlasul Amal⁴, Jasmal A Syamsu^{5*}**

^{1,2,3,4,5}Laboratorium Teknologi dan Industri Pakan, Departemen Nutrisi dan Makanan Ternak
Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin,
Jalan Perintis Kemerdekaan KM 10 Kampus UNHAS Tamalanrea, Makassar 90245

*Corresponding Author : jasmals@yahoo.com

ABSTRACT

The study aims to observe the effect of storage time on the hydrolytic rancidity of fish meal as source of protein in animal feed. This study used a completely randomized design with four treatments and four replications. The arrangement of the fish meal storage time treatments were T0: 0 weeks, T1: 2 weeks, T2: 4 weeks and T3: 6 weeks. Temperature and humidity were measured during storage in warehouse. Parameters measured were moisture and free fatty acid. The results showed that fish meal which has been stored at different times was significantly affecting ($P < 0.05$) on moisture and free fatty acids. The average of temperature and humidity during storage (0 - 6 weeks) were 29-30°C and 60-76%. The highest moisture was 17.38% obtained in the T3 and the highest free fatty acid content was obtained at 4.30%.

Keywords: hydrolytic rancidity, fish meal, feed ingredient, storage time

1. PENDAHULUAN

Tepung ikan merupakan bahan pakan sumber protein hewani yang banyak digunakan dalam pembuatan pakan ternak. Ketersediaan bahan pakan sumber protein hewani dalam hal ini tepung ikan secara kualitas dan kuantitas masih menjadi kendala bagi industri pakan ternak. Harga yang mahal, banyaknya pemalsuan atau pencampuran dengan bahan lain (Orlan *et. al.*, 2019). Permasalahan pada tepung ikan di lapangan memiliki kandungan lemak yang tinggi menyebabkan ketengikan sehingga dapat menurunkan kualitas tepung ikan tersebut selama proses penyimpanan (Purnamasari *et. al.*, 2018).

Penyimpanan bahan pakan yang terlalu lama akan menurunkan kualitas bahan pakan tersebut. Indikasi yang timbul pada proses penyimpanan berupa penggumpalan bagian-bagian tertentu akibat peningkatan kadar air. Penyimpanan tepung ikan pada kadar air di atas 12% dapat menimbulkan serangan jasad renik sedangkan kadar lemak tepung ikan berkisar 10-12% adalah kadar lemak yang terlalu tinggi akan menyebabkan ketengikan.

Stabilitas tepung ikan yang rendah menyebabkan ketengikan hidrolisis dan ketengikan oksidasi. Ketengikan hidrolisis merupakan akibat reaksi antara bahan pakan dengan air. Kerusakan yang disebabkan oleh ketengikan oksidasi melibatkan reaksi antara lipid dan molekul oksigen, ditandai dengan adanya perubahan bau dan rasa (Frame, *et. al.*, (2020).

Muhammad Ilham Tajuddin¹, M. Fadhlirrahman Latief², Abdul Alim Yamin³,
Ichlasul Amal⁴, Jasmal A Syamsu. (2022). Ketengikan Hidrolisis Tepung Ikan Sebagai Bahan Pakan Pada
Berbagai Waktu Penyimpanan. *AVES: Jurnal Ilmu Peternakan*, 16(1), 17-24.
<https://doi.org/10.35457/aves.v12i1.2250>

Penyimpanan yang salah dalam jangka waktu tertentu dapat menyebabkan pecahnya ikatan trigliserida pada tepung ikan kemudian membentuk gliserol dan asam lemak bebas. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh waktu penyimpanan yang berbeda terhadap ketengikan hidrolisis tepung ikan.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus sampai Oktober 2021. Penelitian ini bertempat di Laboratorium Teknologi dan Industri Pakan dan Laboratorium Kimia Pakan, Fakultas Peternakan, Universitas Hasanuddin

2.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah oven, timbangan analitik, cawan, desikator, tabung erlemeyer 250 ml, 16 buah karung dan kamera digital. Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah 32 kg tepung ikan, etanol 95%, indicator pp dan larutan 0,05 M NaOH.

2.3 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan 4 ulangan dengan susunan sebagai berikut:

- T0 : Penyimpanan tepung ikan selama 0 minggu
- T1 : Penyimpanan tepung ikan selama 2 minggu
- T2 : Penyimpanan tepung ikan selama 4 minggu
- T3 : Penyimpanan , ikan selama 6 minggu

Prosedur penelitian mengenai pengaruh waktu penyimpanan terhadap ketengikan hidrolisis tepung ikan sebagai bahan pakan dimulai dari pengambilan sampel penelitian yaitu tepung ikan. Tepung ikan yang akan digunakan dianalisis terlebih dahulu untuk mengetahui kandungan kadar air dan asam lemak bebas sebelum dilakukan penyimpanan. Pada penelitian ini menggunakan 16 buah karung yang diberi nomor perlakuan dan ulangan. Sebanyak 32 kg tepung ikan yang dibagi menjadi 4 perlakuan dan 4 ulangan masing-masing mendapatkan 2 kg dimasukkan ke dalam ember dan ditutup kemudian tepung ikan disimpan dengan interval waktu penyimpanan sesuai perlakuan yaitu 0 minggu, 2 minggu, 4 minggu dan 6 minggu. Setelah mencapai waktu tersebut maka tepung ikan dibuka dan dilakukan uji kadar air dan kadar asam lemak bebas.

2.4 Analisis Data

Data yang diperoleh diolah dengan analisis ragam menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap peubah yang diukur. Kemudian jika berpengaruh nyata dilanjutkan dengan uji jarak berganda Duncan (Steel dan Torrie, 1993).

Muhammad Ilham Tajuddin¹, M. Fadhlirrahman Latief², Abdul Alim Yamin³,
Ichlasul Amal⁴, Jasmal A Syamsu. (2022). Ketengikan Hidrolisis Tepung Ikan Sebagai Bahan Pakan Pada
Berbagai Waktu Penyimpanan. *AVES: Jurnal Ilmu Peternakan*, 16(1), 17-24.
<https://doi.org/10.35457/aves.v12i1.2250>

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengamatan suhu dan kelembaban pada ruang penyimpanan

Pengukuran suhu dan kelembaban dilakukan setiap hari pada tiga waktu yang berbeda yaitu pagi, siang, dan malam hari. Rata-rata suhu dan kelembaban selama proses penyimpanan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rata-rata suhu dan kelembaban selama penyimpanan

Waktu penyimpanan (minggu)	Parameter	
	Suhu (°)	Kelembaban (%)
T0	29.95	68.00
T1	30.03	65.93
T2	29.43	75.02
T3	29.09	76.38
Rataan	29.62	71.33

Keterangan: T0: 0 hari;
T1: Penyimpanan 2 Minggu;
T2: Penyimpanan 4 Minggu;
T3: Penyimpanan 6 Minggu

Hasil pengukuran suhu dan kelembaban diperoleh rata-rata yaitu 29.62 °C pada perlakuan waktu penyimpanan 0 - 6 minggu. Nilai suhu ruang tidak mengalami perubahan yang signifikan. Namun suhu tertinggi yaitu pada minggu ke dua kemudian suhu ruangan semakin menurun tiap minggunya hingga minggu ke enam sebesar 29,09 °C. Suhu selama proses penyimpanan dikategorikan ideal dalam penyimpanan bahan pakan. Margarita (2009) menyatakan bahwa batas aman suhu penyimpanan bahan hasil pertanian berkisar antara 27-30 °C.

Kelembaban pada waktu penyimpanan 0 – 2 minggu dengan waktu penyimpanan 4 – 6 minggu berkisar 65 – 68 % namun mengalami peningkatan nilai kelembaban pada kisaran 75 - 76%. Hal tersebut terjadi akibat kondisi cuaca, tidak dapat dikontrol yang mengakibatkan nilai kelembaban semakin meningkat. Grace, *et. al.* (2018) melaporkan bahwa batas aman kelembapan penyimpanan kurang dari 70%. Haris, *et. al.* (2020) menambahkan bahwa kelembaban ruangan penyimpanan yang tinggi sebesar 72-90%.

Muhammad Ilham Tajuddin¹, M. Fadhlirrahman Latief², Abdul Alim Yamin³,
 Ichlasul Amal⁴, Jasmal A Syamsu. (2022). Ketengikan Hidrolisis Tepung Ikan Sebagai Bahan Pakan Pada
 Berbagai Waktu Penyimpanan. *AVES: Jurnal Ilmu Peternakan*, 16(1), 17-24.
<https://doi.org/10.35457/aves.v12i1.2250>

3.2 Pengaruh waktu penyimpanan terhadap kadar air dan asam lemak bebas pada bahan baku pakan tepung ikan

Rata-rata kandungan kadar air dan asam lemak bebas selama penyimpanan pada bahan baku tepung ikan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Rata-rata Kadar Air dan Asam Lemak Bebas Tepung Ikan Dengan Waktu Penyimpanan Yang Berbeda

Parameter	Perlakuan			
	T0	T1	T2	T3
Kadar Air (%)	14,98 ^a	14,14 ^a	13,96 ^a	17,98 ^b
Asam Lemak Bebas (%)	3,18 ^a	3,40 ^a	3,85 ^b	4,30 ^c

Keterangan: Superskrip yang berbeda menunjukkan pengaruh yang nyata ($P < 0.05$)
 T0: 0 hari
 T1: Penyimpanan 2 Minggu
 T2: Penyimpanan 4 Minggu
 T3: Penyimpanan 6 Minggu

Berdasarkan analisis ragam menunjukkan bahwa waktu penyimpanan yang berbeda berpengaruh nyata ($P < 0.05$) terhadap kandungan kadar air tepung ikan. Hal ini ditandai dengan adanya perubahan kadar air selama penyimpanan selama 6 minggu. Berdasarkan uji lanjut *Duncan* pada perlakuan T0, T1, dan T2 dengan nilai rata-rata kadar air 14.98%, 14.14% dan 13.96% tidak menunjukkan perbedaan, tetapi nilai rata-rata kadar air yang terjadi pada masa simpan 0 - 4 minggu cenderung mengalami penurunan. Solihin (2015) menyatakan semakin lama penyimpanan maka kadar air akan terus meningkat meskipun pada awal penyimpanan kadar air dapat menurun. Kadar air 13 % - 14% sangat cocok untuk mempertahankan daya simpan bahan pakan, semakin tinggi kadar air maka semakin cepat penguapan dan makin banyak CO₂, air dan panas yang dikeluarkan selama penyimpanan (Miftahuddin, *et. al.*, 2015). Lin, *et. al.* (2021) melaporkan bahwa tepung ikan yang disimpan selama 135 hari pada suhu 4 °C dapat menurunkan kualitas protein dan lemak tepung ikan.

Ketiga perlakuan tersebut berbeda dengan perlakuan T3. Hal ini menandakan kadar pada masa simpan selama 0 - 4 minggu lebih rendah dari pada penyimpanan selama 6 minggu. Peningkatan kadar air pada minggu ke 6 disebabkan oleh kondisi lingkungan yaitu suhu dan kelembaban. Faktor yang sangat berpengaruh terhadap penurunan mutu produk pangan adalah perubahan kadar air dalam produk (Herawati, 2008). Menurut Retnani *et. al.* (2009) bahwa kelembaban udara yang tinggi di dalam ruang penyimpanan memicu terjadinya proses absorpsi uap air dari udara ke ransum sehingga mengakibatkan peningkatan kadar air. Semakin banyak konsentrasi air di udara maka kelembaban akan meningkat, sehingga semakin lama penyimpanan kemungkinan besar air akan terikat dan menambah persentase kadar air dalam bahan pakan (Grace, *et. al.*, 2018). Menurut Haris *et.al* (2020), penyebab utama terjadinya penyerapan air ke dalam bahan yang disimpan adalah tingginya kandungan air di udara (72-90%).

Berdasarkan analisis ragam waktu penyimpanan yang berbeda berpengaruh nyata ($P < 0.05$) terhadap asam lemak bebas pada bahan pakan tepung ikan. Hal ini menandakan bahwa masa simpan

Muhammad Ilham Tajuddin¹, M. Fadhlirrahman Latief², Abdul Alim Yamin³,
Ichlasul Amal⁴, Jasmal A Syamsu. (2022). Ketengikan Hidrolisis Tepung Ikan Sebagai Bahan Pakan Pada
Berbagai Waktu Penyimpanan. *AVES: Jurnal Ilmu Peternakan*, 16(1), 17-24.
<https://doi.org/10.35457/aves.v12i1.2250>

selama 6 minggu dapat mempengaruhi asam lemak bebas (Tabel 2.). Perlakuan waktu penyimpanan 0 minggu hingga 6 minggu menunjukkan peningkatan terhadap kandungan asam lemak bebas tepung ikan.

Berdasarkan uji lanjut *Duncan* menunjukkan perlakuan T0 dan T1 tidak memiliki perbedaan yang nyata terhadap asam lemak bebas. Namun, perlakuan T0 dan T1 berbeda nyata dengan perlakuan T2, demikian juga pada perlakuan T0, T1, dan T2 berbeda nyata dengan perlakuan T3. Hal ini menunjukkan bahwa terjadi perubahan kadar asam lemak bebas pada masa setiap minggu sampai pada penyimpanan 6 minggu, kenaikan kadar asam lemak bebas disebabkan oleh adanya proses hidrolisis yang terjadi selama penyimpanan, sehingga awal penyimpanan terus mengalami peningkatan hingga waktu penyimpanan selama 6 minggu. Alpha, *et. al.* (2016) menyatakan bahwa asam lemak bebas dihasilkan oleh proses hidrolisis dan oksidasi, biasanya bergabung dengan lemak netral. Reaksi ini dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu panas, air, keasaman, dan katalis (enzim). Semakin lama reaksi ini berlangsung, maka semakin banyak kadar asam lemak bebas yang terbentuk.

Perlakuan T0 dan T1 dengan nilai rata-rata 3.18% dan 3.40% menunjukkan kenaikan kadar asam lemak bebas walaupun hanya mengalami sedikit perubahan yang disebabkan oleh suhu dan kelembaban yang masih dalam batas aman. Kemudian kembali terjadi peningkatan pada perlakuan T2 (4 minggu) yang menunjukkan kadar asam lemak bebas lebih tinggi dari pada perlakuan T0 (0 minggu) dan T1 (2 minggu), sehingga dapat diasumsikan bahwa asam lemak bebas cenderung meningkat seiring dengan bertambahnya Burdge (2004) menyatakan suhu dan kelembaban ruang penyimpanan masing-masing sebesar ≥ 30 °C dan $\geq 75\%$ dapat menyebabkan terjadinya peningkatan asam lemak bebas. Selanjutnya Bern, *et. al.* (2008) menyatakan bahwa kadar FFA akan meningkat seiring dengan lamanya penyimpanan, perubahan tersebut meningkat sesuai dengan peningkatan kadar air dan suhu penyimpanan.

Waktu penyimpanan pada minggu ke 6 menunjukkan nilai kadar asam lemak bebas lebih tinggi (4.30%) dibandingkan penyimpanan selama 4 minggu (3.85%). Hal ini disebabkan karena nilai kelembaban mencapai 76% pada saat penyimpanan minggu ke 4 hingga 6 minggu, sehingga kondisi lingkungan penyimpanan menjadi lembab. Colder dan Burdge (2004), menyatakan suhu dan kelembaban ruang penyimpanan masing-masing sebesar ≥ 30 °C dan $\geq 75\%$ dapat menyebabkan peningkatan asam lemak bebas.

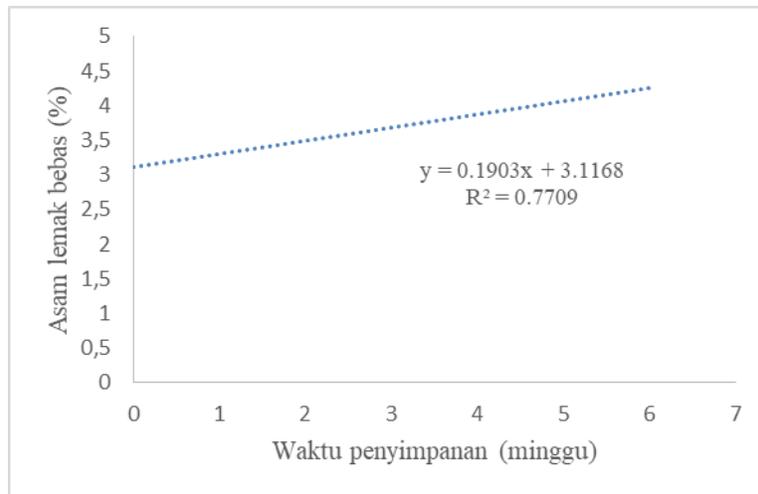
3.3 Hubungan waktu penyimpanan dengan asam lemak bebas

Berdasarkan hasil analisis regresi linear sederhana, waktu penyimpanan yang berhubungan secara signifikan ($P < 0.05$) dengan kadar asam lemak bebas. Hubungan tersebut memiliki persamaan garis yaitu $Y = 0.1903x + 3.1168x$, artinya setiap penambahan 1 minggu (waktu penyimpanan) maka kadar asam lemak bebas akan meningkat sebesar 3.116%. Persamaan tersebut menunjukkan bahwa adanya peningkatan kadar asam lemak bebas seiring dengan penambahan waktu penyimpanan. Syamsu, (2000) melaporkan bahwa lama penyimpanan akan meningkatkan oksidasi lemak yang ditunjukkan dengan bertambahnya bilangan peroksida, tingginya bilangan peroksida mengindikasikan tingginya tingkat ketengikan.

Pak, *et. al.* (2005) melaporkan angka peroksida merupakan indikator stabilitas minyak terhadap oksidasi, dengan parameter produk oksidasi primer lipida yaitu hidroperoksida. Reaksi oksidasi lipida/minyak secara natural mudah terjadi, sedangkan lemak yang mengandung banyak ikatan rangkap mudah mengalami reaksi oksidasi lipida. Faktor-faktor yang mempengaruhi kecepatan oksidasi antara lain jumlah dan jenis oksigen, struktur kimia lipida, keberadaan senyawa antioksidan dan prooksidan, adanya

Muhammad Ilham Tajuddin¹, M. Fadhlirrahman Latief², Abdul Alim Yamin³,
Ichlasul Amal⁴, Jasmal A Syamsu. (2022). Ketengikan Hidrolisis Tepung Ikan Sebagai Bahan Pakan Pada
Berbagai Waktu Penyimpanan. *AVES: Jurnal Ilmu Peternakan*, 16(1), 17-24.
<https://doi.org/10.35457/aves.v12i1.2250>

ion metal, suhu penyimpanan dan sifat bahan pengemas (McClement dan Decker, 2000; Amaral *et. al.*, 2018).



Gambar 1. Grafik hubungan antara waktu penyimpanan dengan kandungan asam lemak bebas

Hubungan antara waktu penyimpanan dengan kadar asam lemak bebas (Gambar 1.) menunjukkan nilai koefisien determinasi sebesar 0.77 atau 77% dan terdapat 23% dipengaruhi oleh variabel lainnya. Hal ini menandakan bahwa selain dari pengaruh lama waktu penyimpanan yang berbeda, juga terdapat beberapa faktor lain yang disebabkan karena kondisi kemasan pada bahan baku yang digunakan, suhu, kelembaban, tata letak penyimpanan, dan hama gudang. Triyono, *et. al.* (2013) menambahkan bahwa kadar air, suhu dan kelembaban merupakan faktor penentu terjadinya kerusakan lemak kasar akibat mikroorganisme.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa waktu penyimpanan yang berbeda berpengaruh nyata terhadap kandungan kadar air dan asam lemak bebas tepung ikan. Hasil kadar air tertinggi diperoleh pada perlakuan T3 yaitu sebesar 17.38% begitupun pada kadar asam lemak bebas tertinggi diperoleh pada sebesar 4.30%. Hubungan antara waktu penyimpanan dengan kadar asam lemak bebas menunjukkan korelasi positif dengan nilai koefisien determinasi sebesar 77%.

Muhammad Ilham Tajuddin¹, M. Fadhlirrahman Latief², Abdul Alim Yamin³,
Ichlasul Amal⁴, Jasmal A Syamsu. (2022). Ketengikan Hidrolisis Tepung Ikan Sebagai Bahan Pakan Pada
Berbagai Waktu Penyimpanan. *AVES: Jurnal Ilmu Peternakan*, 16(1), 17-24.
<https://doi.org/10.35457/aves.v12i1.2250>

DAFTAR PUSTAKA

- Alpha, A. A., F. Swastawati dan I. Wijayanti, 2016. Pengaruh Fortifikasi Tepung Daging Ikan Lele Dumbo (*Clarias Gariepinus*) Terhadap Kandungan Asam Amino Lisin Pada Biscuit. *Jurnal Pengetahuan dan Bioteknologi Hasil Perikanan* 5 (4): 20 – 25.
- Amaral, A. B., M. V. da Silva, and S. C. S. Lannes, 2018. Lipid Oxidation in Meat: mechanisms and Protective Factors-review. *Food Sci. Technol. Campinas*, 38 (1) 1 – 15.
- Bern, C. J., H. M. Hanna, W. Wilcke, A. J. Lawrence, J. W. Pamela, G. Richard, 2008. Soybeans. editor. (USA): AOCS Press. hlm 67-92.
- Frame, C. A., E. J. Huff-Lonergan, and M. C. R. Serao, 2020. Impact of Storage Condition on Protein Oxidation of rendered by Product Meal. *Transl. Anim. Sci.* 4: 1-9.
- Colder, P. C dan G.C. Burdge. 2004. Fatty Acids. p.1-36. In *Bioactive Lipids*. Oily Press, Bridgwater.
- Grace, F. I. M., Rahmat, W dan Iman H. 2018. Pengaruh Lama Penyimpanan Terhadap Sifat Fisik Dedak Padi. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu* 6 (3): 163 – 166.
- Haris, M. S., Pradipta, B., Mikael, S., Rizqi, N. A dan Wisnu, R. 2020. Pengaruh Lama Penyimpanan Terhadap Kadar Air, Sifat Fisik, dan Organoleptik Bekatul Beras Merah. *Jurnal Nutrisi Ternak Tropis dan Ilmu Pakan* 2 (4): 198 – 206.
- Herawati, H. 2008. Penentuan Umur Simpan Pada Produk Pangan. *Jurnal Litbang Pertanian* 27 (4) : 124 – 130.
- Lin, H., Q. Yang, A. Wang, J. Wang, B. Tan, G.W.on Ray, X. Dong, S. Chi, H. Liu, and S. Zhang, 2021. Effects Of Fish Meal Under Different Storage Conditions On Growth, Serum Biochemical Indices And Antioxidant Capacity For Juvenile Grouper *Epinephelus coioides*. *Aquaculture Nutrition*, 27: 723-733.
- Margarita, R. S. 2009. Efektivitas Penggunaan Zeolit Dan Bawang Putih Sebagai Zat Penghambat Kerusakan Biologi Pada Jagung Dan Dedak Padi Selama Proses Penyimpanan. Skripsi. Fakultas Peternakan. Institut Pertanian Bogor.
- McClements, D.J. dan Decker, E.A. (2000). *Lipid Oxidation In Oil-In-Water Emulsions: Impact Of Moleculer Enviroment On Chemical Reaction In Heterogenous Food System*. *J. Food Sci.*, 65: 1270–1282.
- Miftahuddin, Liman dan Farida, F. 2015. Pengaruh Masa Simpan Terhadap Kualitas Fisik Dan Kadar Air Pada Wafer Limbah Pertanian Berbasis Wortel. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu* 3 (3): 121 – 126.
- Orlan, O., N. S. Asminaya dan F. Nasiu, 2019. Karakteristik Fisiko Kimia Tepung Ikan yang Diberi Pengawet Bawang Putih (*Allium sativum*) pada Masa Penyimpanan yang Berbeda. *Jurnal Agripet*, 19 (1): 68-76.
- Pak, C. S., 2005. Stability and Quality of Fish Oil during Typical Domestic Application. Fisheries Training Programme, *The United Nations University, Iceland*.
- Purnamasari, E. E., R. I. Pujaningsih dan S. Mukodiningsih, 2018. Pengaruh Lama Penyimpanan Tepung Ikan Rucah Yang Diberi Ekstrak Daun Kersen (*Muntingia calabura L.*) dalam Kemasan Plastik Terhadap Kualitas Fisik Organoleptik. *Jurnal Litbang Provinsi Jawa Tengah*, 16 (2): 143 -152.
- Retnani, Y., W. Widiarti, I. Amiroh, L. Herawati, dan K. B. Satoto, 2009. Daya Simpan Dan Palatabilitas Wafer Ransum Komplit Pucuk Dan Ampas Tebu Untuk Sapi Pedet. *Media Peternakan*, 32 (2): 130 – 136.

- Muhammad Ilham Tajuddin¹, M. Fadhlirrahman Latief², Abdul Alim Yamin³,
Ichlasul Amal⁴, Jasmal A Syamsu. (2022). Ketengikan Hidrolisis Tepung Ikan Sebagai Bahan Pakan Pada
Berbagai Waktu Penyimpanan. *AVES: Jurnal Ilmu Peternakan*, 16(1), 17-24.
<https://doi.org/10.35457/aves.v12i1.2250>
- Steel, R. G. D., dan J. H. Torrie 1993. Prinsip dan Prosedur Statistika. PT. Gramedia. Jakarta.
- Syamsu, J. A. 2000. Pengaruh Waktu Penyimpanan Dan Jenis Kemasan Terhadap Kualitas Dedak Padi.
Bul. Nutrisi dan Makanan Ternak 1 (2): 75 - 84.
- Triyono, E., Prasetyo, B. W. H. E., & Mukodiningsih, S. 2013. Pengaruh Bahan Pengemas dan Lama
Simpan Terhadap Kualitas Fisik Dan Kimia Wafer Pakan Komplit Berbasis Limbah
Agroindustri. *Animal Agriculture Journal*, 2(1), 400-409.