

BAB IV

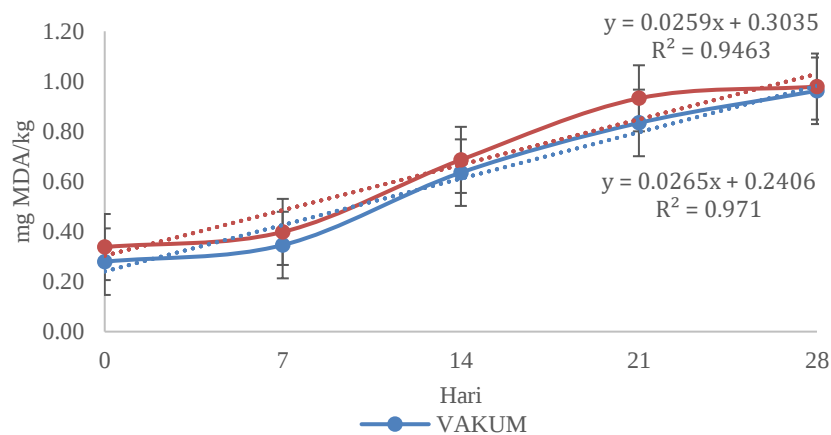
HASIL DAN PEMBAHASAN

1.1. TBARS (*Thiobarbituric Acid Reactive Substance*)

Degredasi lemak berupa oksidasi pada sambal ikan manyung asap ditandai dengan munculnya aroma tengik, dan tingkat ketengikan tersebut dinyatakan sebagai nilai TBA. Hasil analisis nilai TBA sambal ikan manyung asap selama 28 hari penyimpanan terdapat pada Tabel 1. dan Ilustrasi 9.

Tabel 1. Hasil Analisis TBARS Sambal Ikan Manyung Asap Vakum dan Non-vakum

Lama Penyimpanan (Hari)	Kadar TBARS (mg MDA/kg)	
	Vakum	Non-vakum
0	0,28 ± 0,004	0,34 ± 0,002
7	0,35 ± 0,006	0,40 ± 0,004
14	0,64 ± 0,064	0,69 ± 0,007
21	0,83 ± 0,024	0,93 ± 0,055
28	0,96 ± 0,036	0,98 ± 0,025
Δ Hari akhir dan awal	0,68 ± 0,032	0,64 ± 0,023



Ilustrasi 1. Grafik Hasil Analisis TBARS Sambal Ikan Manyung Asap Vakum dan Non-Vakum

Berdasarkan tabel hasil analisis kadar TBARS pada sambal ikan manyung asap, terjadi tren peningkatan selama 28 hari penyimpanan. Pada kemasan vakum, nilai TBARS menunjukkan peningkatan dari 0,279 mg MDA/kg pada hari ke-0 menjadi 0,9622 mg MDA/kg pada hari ke-28. Sementara itu, pada kemasan non-vakum, kadar nilai TBARS juga mengalami peningkatan dari 0,3379 mg MDA/kg menjadi 0,9790 mg MDA/kg pada akhir penyimpanan. Menurut SNI 01-2352-1991, batas maksimum dari nilai TBA pada produk perikanan yang masih dianggap memiliki mutu yang baik adalah 3 mg MDA/kg. Hal ini juga didukung oleh (Robles Martinez *et al.*, 1982) yang menyatakan bahwa nilai TBA < 1,5 mg MDA/kg mengindikasikan bahwa produk perikanan masih berada dalam kondisi tidak tengik. Sehingga dapat dikatakan nilai TBA pada produk sambal ikan manyung asap dari awal hingga akhir penyimpanan masih berada di bawah batas maksimum tersebut, dan memiliki mutu produk yang tergolong baik.

Meningkatnya nilai TBA selama penyimpanan menunjukkan terjadinya oksidasi lipid yang semakin intensif pada produk. Nilai TBA mempresentasikan akumulasi senyawa oksidasi sekunder, terutama malondialdehida (MDA) yang terbentuk dari degradasi asam lemak tak jenuh. Menurut Efendi *et al.* (2021) kadar MDA tersebut akan mengalami peningkatan selama penyimpanan akibat degradasi hidroperoksida yang tidak stabil. Sehingga, semakin lama waktu penyimpanan, semakin besar peluang terjadinya reaksi oksidasi dan menyebabkan akumulasi produk oksidasi yang lebih tinggi. Dalam metode analisis nilai TBA, terdapat dua molekul *thiobarbituric acid* yang bereaksi dengan molekul malonaldehid dan

menyatu sehingga menghasilkan pigmen yang berwarna merah muda sebagai indikator terbentuknya senyawa oksidasi (Afiah *et al.*, 2024).

Menurut data hasil analisis nilai TBA sambal ikan manyung asap, diketahui bahwa kemasan vakum memiliki nilai TBA yang lebih rendah dibanding kemasan non-vakum. Kondisi ini diduga karena kandungan oksigen yang rendah pada kemasan akibat sedikitnya udara yang tersisa, sehingga transfer panas dapat berlangsung secara efektif dan mencapai produk secara optimal. Hal ini didukung oleh Berry *et al.* (1983) sedikitnya udara dapat mengurangi efek isolasi panas yang ditimbulkan oleh lapisan udara di dalam kemasan, sehingga transfer panas dapat berlangsung lebih efektif. Selain itu, minimnya udara dalam kemasan dapat menghambat reaksi oksidasi lipid selama penyimpanan sehingga kesempatan terbentuknya senyawa oksidasi sekunder menjadi lebih rendah. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan (Khatun *et al.*, 2020) bahwa pengemasan vakum pada ikan Hilsa mampu menekan oksidasi sekunder yang ditunjukkan oleh nilai TBA yang lebih rendah dibandingkan kemasan tanpa vakum. Sebaliknya, keberadaan udara yang lebih banyak tersisa pada kemasan non-vakum memungkinkan degradasi hidroperoksida terjadi secara terus menerus sehingga akan terbentuk lebih banyak malondialdehid yang dihitung sebagai nilai TBA.

Semakin tinggi ketersediaan oksigen dalam kemasan, maka semakin besar peluang terjadinya oksidasi lipid selama penyimpanan produk pangan (Temdee *et al.*, 2022) dan perpindahan panas selama proses sterilisasi tidak dapat berlangsung secara efisien dikarenakan udara memiliki konduktivitas termal yang rendah sehingga transfer panas menuju produk tidak terjadi secara optimal. Hal tersebut

sesuai dengan pernyataan Raval *et al.* (2013) udara yang terperangkap di dalam kemasan akan memiliki kemampuan transfer panas yang lebih rendah, sehingga dapat meningkatkan resistensi termal dan perpindahan panas ke produk kurang efisien. Proses pemanasan yang dilakukan saat proses sterilisasi *retort* diduga juga menjadi salah satu faktor pemicu meningkatnya nilai TBA pada produk. Hal ini dibuktikan oleh penelitian yang telah dilakukan oleh (Mutma'innah *et al.*, 2022) bahwa nilai TBA ikan asam pedas dalam *retort pouch* cenderung meningkat seiring dengan lamanya waktu pemanasan. Proses sterilisasi dengan metode panas dibedakan menjadi 2 yaitu pemanasan basah dan kering. Metode pemanasan basah menggunakan uap air sebagai media penghantar panas. Pemanasan dengan metode tersebut diduga dapat menyebabkan terjadinya dehidrasi dan oksidasi protein sehingga sangat mungkin untuk meningkatkan nilai TBA. Menurut Chu *et al.* (2025) kenaikan nilai TBA dapat dipicu oleh proses sterilisasi yang menggunakan suhu tinggi, sehingga mempercepat reaksi oksidasi lemak.

Namun, peningkatan nilai TBA pada kedua perlakuan masih di dalam batas maksimum nilai TBA produk ikan, sehingga dapat dinyatakan produk sambal ikan manyung asap tidak mengalami ketengikan. Hal ini sesuai dengan penelitian Binsi *et al.* (2015) pada ikan *Ompok pabda* yang dikemas secara vakum, bahwa terjadi pola yang konsisten pada produk perikanan yang dikemas vakum yaitu mampu memperlambat laju oksidasi lipid dibandingkan kemasan non-vakum. Menurut Viji *et al.* (2016) pada penelitiannya tentang ikan mackarel Indian, menyatakan bahwa ikan yang dikemas secara non-vakum (*air packed*) meningkat lebih cepat dibandingkan vakum. Pada kemasan vakum, keterbatasan oksigen menyebabkan

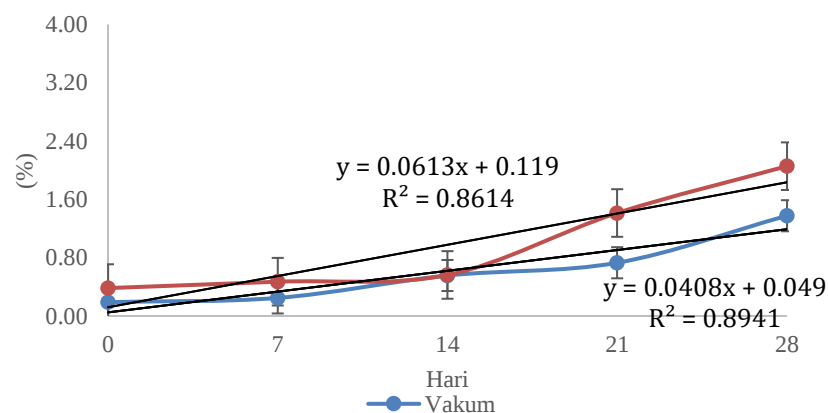
reaksi oksidasi berlangsung lebih lambat sehingga pembentukan MDA dapat ditekan.

1.2. Asam Lemak Bebas (ALB)

Peningkatan kadar asam lemak bebas selama penyimpanan menunjukkan terjadinya reaksi hidrolisis lipid yang terjadi secara bertahap dalam sampel. Menurut Sopianti *et al.* (2017) angka asam lemak bebas menunjukkan terjadinya hidrolisis lemak yang memengaruhi kualitas produk. Hasil analisis dari kadar asam lemak bebas sambal ikan manyung asap dengan kemasan *retort pouch* vakum dan non-vakum dapat dilihat pada Tabel 2 dan Ilustrasi 10.

Tabel 2. Hasil Analisis Kadar Asam Lemak Bebas Sambal Ikan Manyung Asap Vakum dan Non-vakum

Lama Penyimpanan (Hari)	Kadar Asam Lemak Bebas (%)	
	Vakum	Non-vakum
0	0,19 ± 0,03	0,38 ± 0,13
7	0,25 ± 0,06	0,47 ± 0,05
14	0,56 ± 0,54	0,56 ± 0,03
21	0,73 ± 0,55	1,41 ± 0,27
28	1,38 ± 0,57	2,06 ± 0,26
Δ Hari akhir dan awal	1,19 ± 0,54	1,68 ± 0,13



Ilustrasi 2. Grafik Hasil Analisis Kadar Asam Lemak Bebas Sambal Ikan Manyung Asap Vakum dan Non-vakum

Hasil pengujian asam lemak bebas pada sambal ikan manyung asap yang terdapat pada grafik di Ilustrasi 10. menunjukkan bahwa semakin lama waktu penyimpanan, maka persen nilai asam lemak bebas akan semakin meningkat. Pada kemasan vakum, kadar asam lemak bebas meningkat dari 0,19% menjadi 1,38% di 28 hari penyimpanan. Sedangkan pada kemasan non-vakum kadar asam lemak bebas meningkat dari 0,38% menjadi 2,06% pada akhir penyimpanan. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan (Khairunnisa, 2018), hasil analisis dari asam lemak bebas pada sambal gami berada pada angka 1,56%. Angka tersebut masih termasuk dalam kategori yang aman untuk dikonsumsi. Jika dibandingkan dengan nilai tersebut, maka kadar asam lemak bebas pada sambal ikan manyung asap kemasan vakum masih berada pada dalam batas yang dapat diterima, sedangkan pada perlakuan non-vakum melebihi batas tersebut.

Kadar asam lemak bebas merupakan parameter penting yang digunakan untuk mengevaluasi tingkat kerusakan lipid pada produk pangan. Meningkatnya kadar asam lemak bebas berarti terdapat reaksi hidrolisis dan oksidasi di dalam produk. Proses hidrolisis terjadi apabila asam trigliserida dalam lipid terpecah karena adanya kandungan air. Asam lemak bebas terbentuk karena adanya proses hidrolisis yang terjadi pada lemak sehingga menghasilkan gliserol dan asam lemak bebas (Rahmawati and Utami, 2022). Kandungan air yang terdapat pada produk berasal dari bahan baku sambal yang tergolong bahan basah. Semakin tinggi kandungan air dalam bahan pangan, maka akan semakin cepat berlangsung reaksi hidrolisis sehingga terbentuk kadar asam lemak bebas (Rahmawati and Utami, 2022).

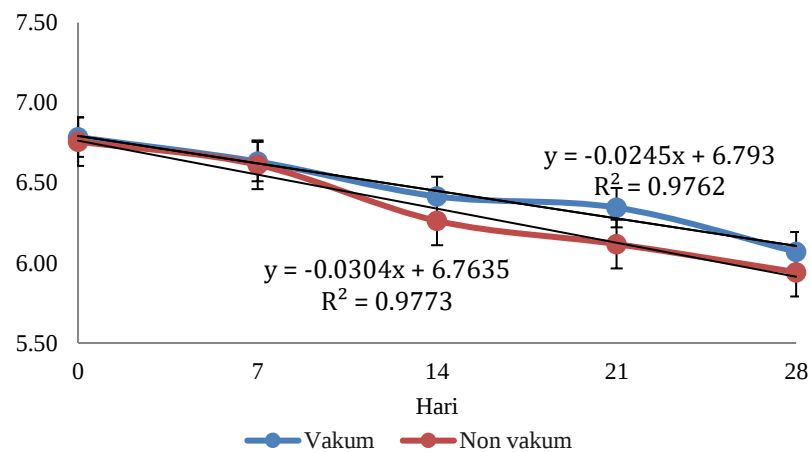
Selain keberadaan air pada kemasan yang memicu terjadinya hidrolisis, kandungan oksigen juga berperan dalam mempercepat kerusakan lipid. Adanya kandungan oksigen menyebabkan terjadinya reaksi oksidasi yang dipicu oleh lipid yang kontak langsung dengan oksigen (Angga *et al.*, 2020). Kemasan vakum memiliki nilai asam lemak bebas yang lebih rendah dibanding kemasan non-vakum karena minimnya oksigen yang terkandung dalam kemasan. Kondisi ini diduga karena perlakuan vakum mampu mengurangi jumlah oksigen yang tersisa di dalam kemasan, sehingga reaksi dari oksidasi lipid dapat berlangsung lebih lambat. Hal ini sesuai dengan Mireles Dewitt dan Oliveira, (2016) yang mengatakan bahwa pengurangan oksigen dalam kemasan dapat memperlambat reaksi oksidasi lipid dan perkembangan ketengikan. Dan sebaliknya, pada kemasan non-vakum keberadaan oksigen yang tersisa dalam kemasan dapat memicu reaksi oksidasi yang intensif selama penyimpanan. Hal ini juga memiliki hubungan yang erat mengapa nilai TBA memiliki peningkatan selama penyimpanan. Karena sejatinya, semakin banyak asam lemak bebas yang tersedia maka semakin banyak juga substrat yang dapat mengalami oksidasi hingga membuat nilai TBA menjadi meningkat di akhir penyimpanan.

1.3. Kadar pH

Semakin rendah nilai pH pada produk maka akan semakin asam produknya, dan begitu juga sebaliknya (Ali *et al.*, 2022). Hasil dari analisis kadar pH sambal ikan manyung asap selama 28 hari penyimpanan dengan perlakuan vakum dan non-vakum dapat dilihat pada Tabel 3 dan Ilustrasi 11.

Tabel 3. Hasil Analisis Kadar pH Sambal Ikan Manyung Asap Vakum dan Non-vakum

Lama Penyimpanan (Hari)	Kadar pH	
	Vakum	Non-vakum
0	6,79 ± 0,10	6,76 ± 0,10
7	6,63 ± 0,06	6,61 ± 0,08
14	6,42 ± 0,13	6,26 ± 0,25
21	6,35 ± 0,10	6,17 ± 0,25
28	6,07 ± 0,12	5,94 ± 0,18
Δ Hari akhir dan awal	0,72 ± 0,03	0,82 ± 0,08



Ilustrasi 3. Grafik Hasil Analisis Kadar pH Sambal Ikan Manyung Asap Vakum dan Non-vakum

Berdasarkan grafik pada Ilustrasi 11. terdapat hasil analisis kadar pH sambal ikan manyung asap, nilai pH sambal ikan manyung asap mengalami perubahan pada kedua jenis perlakuan. Pada produk dengan kemasan vakum, nilai pH mengalami penurunan dari 6,79 pada hari ke-0 menjadi 6,07 pada hari ke-28. Sementara itu, pada produk non-vakum nilai pH juga menurun dari 6,76 di awal penyimpanan menjadi 5,94 pada akhir penyimpanan. Menurut penelitian yang telah dilakukan oleh (Mutma'innah *et al.*, 2022) pada pengujian nilai pH ikan asam pedas kemasan *retort pouch*, diketahui bahwa olahan ikan dengan proses sterilisasi

komersial umumnya memiliki kadar pH sekitar 5,4 sampai 6,2. Sehingga dapat dikatakan nilai pH pada sambal ikan manyung asap baik pada perlakuan kemasan vakum maupun non-vakum masih berada dalam karakteristik produk olahan ikan siap santap, dan aman untuk konsumsi.

Selama proses penyimpanan, kedua perlakuan kemasan sama-sama mengalami penurunan. Namun nilai pH pada kemasan non-vakum lebih tajam penurunannya. Hal ini juga serupa dengan penelitian yang dilakukan oleh Wahyuni *et al.* (2021) pada produk bekasam ikan mas, nilai pH produk dengan kemasan vakum berada pada angka 5,25 sedangkan kemasan non-vakum 5,40. Perubahan pada nilai pH tidak hanya dipengaruhi oleh bentuk kemasan ataupun suhu penyimpanannya, melainkan kombinasi dari keduanya. Efektivitas dari kemasan untuk menjaga kestabilan pH sangatlah berpengaruh pada suhu dan kondisi penyimpanan produk. Hubungan tersebut yang menunjukkan adanya hubungan sinergis, di mana penggunaan kemasan non-vakum yang dikombinasikan dengan penyimpanan suhu ruang menjadi sebuah pemicu menurunnya nilai pH dengan cepat ketimbang kemasan vakum. Menurut Mulyawan *et al.* (2019) kondisi vakum dapat lebih menghambat pertumbuhan mikroba pembusuk yang sangat mungkin menjadi pemicu turunnya nilai pH produk, dan mencegah oksidasi lemak pada bahan yang dikemas.

Kondisi di dalam kemasan dengan suasana asam diduga disebabkan oleh hidrolisis pada trigliserida yang berubah menjadi asam lemak bebas. Hal ini berhubungan dengan meningkatnya nilai asam lemak bebas pada sambal ikan manyung asap dan menurunnya kadar derajat keasaman. Berdasarkan pernyataan

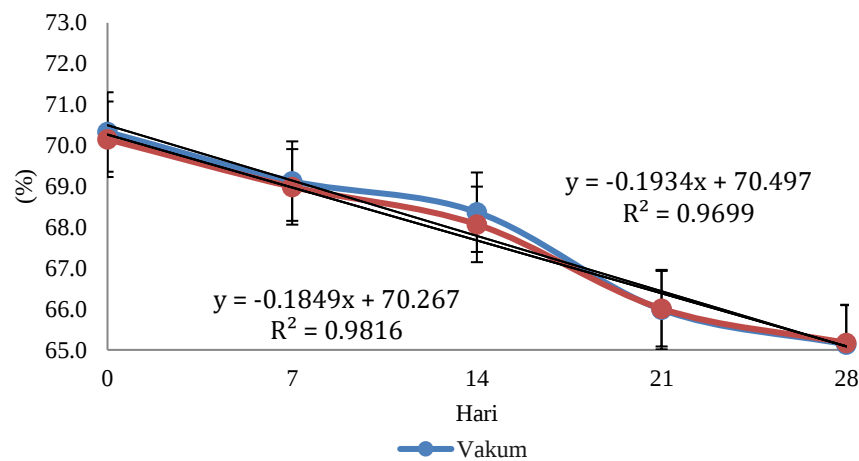
tersebut, kadar pH berhubungan dengan jumlah kadar asam lemak bebas yang disebabkan karena lemak yang teroksidasi oleh air dan menghasilkan gliserol serta asam lemak bebas yang nantinya berdampak pada penurunan derajat keasaman sambal ikan manyung asap (Hutajulu *et al.*, 2020). Turunnya nilai pH juga diduga karena melewati proses pemasakan atau penumisan pada sambal. Hal ini disebabkan karena proses pengolahan pada suhu yang tinggi diduga dapat memicu terjadinya perubahan secara kimia pada bahan sehingga berpotensi menurunkan nilai pH. Salah satu bahan yang berpotensi diduga bisa memicu adalah sambal yang terbuat dari campuran minyak dan bahan rempah lainnya. Minyak merupakan salah satu bahan yang rentan mengalami hidrolisis dan juga oksidasi, terutama pada suhu tinggi. Hal ini didukung oleh Ulfah *et al.* (2023) yaitu suhu dan lama waktu proses pemasakan akan menyebabkan nilai pH turun, karena asam-asam organik pada sambal akan keluar dan bercampur pada liquid sambal yang menyebabkan nilai pH turun.

1.4. Kadar Air

Kadar air yang terkandung pada suatu produk pangan berperan dalam menentukan daya simpan dari sebuah produk karena kadar air dapat memengaruhi sifat-sifat fisik, dan kimia pada produk (Rohana *et al.*, 2016). Hasil analisis dari kadar air sambal ikan manyung asap selama penyimpanan 28 hari dengan perlakuan kemasan vakum dan non-vakum dapat dilihat pada Tabel 4. dan Ilustrasi 12.

Tabel 4. Hasil Analisis Kadar Air Sambal Ikan Manyung Asap Vakum dan Non-vakum

Lama Penyimpanan (Hari)	Kadar Air (%)	
	Vakum	Non-vakum
0	70,3 ± 0,70	70,2 ± 0,70
7	69,1 ± 0,71	69 ± 0,68
14	68,4 ± 1,41	68,1 ± 0,37
21	66 ± 1,69	66 ± 1,23
28	65,1 ± 1,90	65,2 ± 1,72
Δ Hari akhir dan awal	4.3 ± 0,032	5,0 ± 0,023



Ilustrasi 4. Grafik Hasil Analisis Kadar Air Sambal Ikan Manyung Asap Vakum dan Non-Vakum

Berdasarkan grafik pada Ilustrasi 12. kadar air sambal ikan manyung menunjukkan penurunan setelah disimpan selama 28 hari di suhu ruang. Pada produk dengan kemasan vakum, kadar air menurun dari 70,3% pada hari ke-0 menjadi 65,1% pada hari ke-28. Sedangkan pada produk non-vakum kadar air juga mengalami penurunan dari 70,2% menjadi 65,2% pada akhir penyimpanan. Penurunan yang terjadi secara bertahap menunjukkan adanya perubahan kadar air seiring lamanya penyimpanan. Hasil analisis menunjukkan nilai kadar air pada perlakuan vakum maupun non-vakum tidak berbeda jauh. Berdasarkan SNI

4856:2018, batas maksimum nilai kadar air pada produk sambal adalah 80%, sehingga kadar air pada kedua perlakuan baik pada awal hingga akhir penyimpanan masih berada dalam batas yang ditetapkan. Kondisi ini membuktikan bahwa variasi dari perlakuan kemasan tidak memberikan dampak yang besar terhadap ketahanan kadar air produk, namun terjadi proses difusi yang terjadi antara sambal dan potongan ikan dalam kemasan.

Penurunan kadar air yang terjadi dalam kemasan bisa diduga disebabkan oleh perubahan ikatan kimia air bebas akibat adanya reaksi hidrolisis lipid selama waktu penyimpanan. Hal ini berhubungan dengan meningkatnya kadar asam lemak bebas dalam produk selama penyimpanan, karena pembentukan asam lemak bebas dibentuk dari reaksi hidrolisis di mana molekul air akan bertindak sebagai reaktan untuk memutus ikatan trigliserida. Sehingga molekul pecah, dan atom hidrogen beserta hidroksilnya berpindah menjadi bagian dari gugus karboksil asam lemak yang baru (Aulia *et al.*, 2026). Proses ini berpengaruh pada hasil analisis kadar air pada Near Infrared Spectroscopy (NIRS), karena prinsip dari NIRS adalah mendeteksi berdasarkan getaran spesifik dari ikatan hidroksil yang berada pada kadar air bebas dalam produk. Namun, karena meningkatnya kadar asam lemak bebas di awal penyimpanan menyebabkan molekul air tersebut telah terpakai dan terikat pada ikatan asam lemak yang baru, sehingga nilai absorbansi dari kadar air bebas dianggap hilang (Wang *et al.*, 2021). Hal ini yang menyebabkan turunnya angka persentase kadar air total pada produk ikan manyung asap selama proses penyimpanan.

Selain dipengaruhi oleh perubahan bentuk dalam matriks pangannya, penurunan kadar air total juga disebabkan karena adanya proses migrasi uap air yang berlangsung di dalam kemasan secara bertahap selama penyimpanan, hingga kadar air dan aktivitas airnya semakin lama mencapai titik kesetimbangan atau stabil. Dan setelah kesetimbangan tersebut dicapai, proses maka perpindahan air menjadi sangat kecil atau nyaris tidak ada sehingga kelembaban yang berada dalam produk menjadi stabil (Kurniawan *et al.*, 2021). Uap air yang berada dalam kemasan diperoleh dari kadar air yang turun dan menguap namun terperangkap pada *head space* atau ruang kosong yang tersisa dalam kemasan. Menurut Sucipta *et al.* (2017) *head space* diperlukan untuk menampung sisa gas yang timbul akibat reaksi kimia pada bahan pangan saat proses sterilisasi.

Perubahan kadar air yang terjadi selama penyimpanan juga membuktikan adanya dinamika distribusi air dalam struktur pangan yang memengaruhi interaksi antar komponen, khususnya lemak. Karena air berperan sebagai reaktan utama dalam reaksi hidrolisis trigliserida, sehingga air memiliki hubungan erat dengan peningkatan kadar asam lemak bebas selama penyimpanan. Pendapat ini didukung oleh Sae & Benjakul. (2014) bahwa asam lemak bebas yang terkandung dalam penyimpanan akan lebih rentan terhadap oksidasi, sehingga mempercepat turunnya kualitas produk. Pada produk berbasis ikan, terdapat karakteristik lemak seperti asam lemak tak jenuh yang menyebabkan produk lebih rentan terhadap reaksi degradasi selama waktu penyimpanan. Sehingga, hidrolisis berlangsung secara bertahap dan berkelanjutan seiring bertambahnya waktu simpan. Hal ini sesuai dengan Domínguez *et al.* (2023) yang menyatakan bahwa hidrolisis lipid tetap

berlangsung selama penyimpanan dan berkontribusi terhadap peningkatan kadar asam lemak bebas dalam produk pangan. Akibatnya produk menjadi lebih rentan terhadap kerusakan dan tidak memiliki umur simpan yang lama.

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1. Simpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, perlakuan kemasan *retort pouch* vakum dan non-vakum berpengaruh terhadap karakteristik kimia sambal ikan manyung asap selama 28 hari penyimpanan suhu ruang. Karena kemasan vakum dapat mempertahankan mutu kimia produk dibandingkan kemasan dengan perlakuan non-vakum, terutama pada nilai kadar asam lemak bebas. Perubahan pada mutu kimia lainnya juga masih tetap berada dalam batas aman dan memenuhi standar keamanan pangan.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian, disarankan bagi PT. XYZ untuk mempertimbangkan penggunaan kemasan *retort pouch* vakum guna untuk meningkatkan stabilitas mutu dan memperpanjang daya simpan selama distribusi dan penyimpanan suhu ruang. Disarankan juga untuk mempertimbangkan aspek visual yang memengaruhi daya tarik konsumen, seperti membuat desain menarik pada kemasan vakum sehingga dapat diperoleh rekomendasi kemasan yang optimal dari segi kualitas, kemasan, dan nilai jual.

DAFTAR PUSTAKA

- Abeyrathne, E. D. N. S., Nam, K., & Ahn, D. U. 2021. Analytical Methods for Lipid Oxidation and Antioxidant Capacity in Food Systems.
- Adawiyah, R., Widyastuti, S., and Werdiningsih, W. 2016. The Effect of Vacuum Packaging on Microbiological of Smoked Roasted-Chicken during Storage. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*, 2(2): 152–158.
- Afiqah, N., Rahayuni, T., and Hartanti, L. 2024. Kajian Lama Penyimpanan Asam Pedas Ikan Lele Menggunakan Standing Pouch Aluminium Foil Assessment of Storage Duration of Asam Pedas Ikan Lele Using Aluminium Foil Standing Pouch Packaging. *Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia*, 16(01): 2024.
- Aisyi, D. R., Santoso, H., & Lisminingsih, R.D. 2019. Analisis Kadar Protein dan Vitamin C pada Sambal Ikan Sebelum dan Sesudah Diolah. *Jurnal Ilmiah SAINS ALAM* 1. 2(1): 1-7.
- Ali, M. K., Sulistijowati, R., dan Suherman, S. P. 2022. KARAKTERISTIK KIMIA DAN TOTAL BAKTERI SAUS SAMBAL DARI SERBUK IKAN CAKALANG (Katsuwonus pelamis) ASAP. 4(1), 37–45.
- Angga, A.T. 2020. Antioksidan, Asam Lemak Bebas, Analisis Penambahan Kunyit (*Curcuma longa* L) Terhadap Kadar Asam Lemak Bebas Pada Minyak Goreng Kelapa. *PATANI (Pengembangan Teknologi Pertanian dan Informatika)*, 4(1): 26–33.
- AOAC Official Method 2007.04 Fat, Moisture, and Protein in Meat and Meat Products.
- Azhari, E., Aliredjo, M. S., Dharmayanti, N., & Purnomo, A. H. (2023). Sterilisasi produk siap saji: Cakalang (*Katsuwonus pelamis* Linnaeus 1778) dalam Kemasan Retort Pouch. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 26(1), 77–86.
- BSN (Badan Standardisasi Nasional). 2006. SNI Saus Cabe 01-2976-2006. Badan Standardisasi Nasional.
- Benih, B., Kota, I., Utara, S., Perairan, M.S., and Perikanan, F. 2025. South East Asian Water Resources Managements 2(2): 50–55.
- Berry, M.R., and Kohnhorst, A.L. 1983. Critical Factors for Thermal Processing of Institutional Pouches. *Journal of Food Protection*, 46(6): 487–489.

- Binsi, P.K., Viji, P., Visnuvinayagam, S., Ninan, G., Sangeeta, G., Triveni, A., and Ravishankar, C.N. 2015. Microbiological and shelf life characteristics of eviscerated and vacuum packed freshwater catfish (*Ompok pabda*) during chill storage. *Journal of Food Science and Technology*, 52(3): 1424–1431.
- Edyson, E., Murgianto, F., Ardiyanto, A., Astuti, E. J., & Ahmad, M. P. (2022). Preprocessing Factors Affected Free Fatty Acid Content in Crude Palm Oil Quality. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 27(2), 177–181. <https://doi.org/10.18343/jipi.27.2.177>.
- Efendi, R., Ayu, D.F., and Nofaren, N. 2021. Pendugaan umur simpan rendang telur. *Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia*, 13(01): 1–8.
- Febriyanti, R., and Qomariyah, O.N. 2020. Diversifikasi Produk Olahan Berbahan Sambal Desa Kedungrawan Kecamatan Krembung Kabupaten Sidoarjo. *SELAPARANG Jurnal Pengabdian Masyarakat Berkemajuan*, 4(1): 451.
- Fitriani, V., Ayuningtyas, H., Mareta, D. T., Permana, L., dan Wahyuningtyas, A. 2021. Karakterisasi Fisik, Kimia, dan Sensoris Saus Sambal Mangga Kweni (*Mangifera odorata* Griff) dengan Variasi Konsentrasi Asam Sitrat dan Durasi Sterilisasi. *Journal of Science and Applicative Technology*, 5(1), 158.
- Ha JK, Lindsay RC. Volatile Branched-chain Fatty Acids and Phenolic Compounds in Aged Italian Cheese Flavors. *Journal of Food Science*. 2021, 56(5): 1241-1247. doi: 10.1111/j.1365-2621.1991.tb04743.x
- Hapsari, N., Sani., Rosida, D.F., Djajati, S., (2017). Development of Manyung Fruit Fish Process in Gang Dolly Surabaya. *International Seminar of Research Month*.
- Huss HH. Fish inspection and quality control. In: Kreuzer R. (editor). *Fishing News (Books) Ltd. Farnham, U.K.* 1971. 60p. 31.
- Hutajulu, E.C., Nurjazuli, N., and Wahyuningsih, N.E. 2020. Hubungan Jenis Minyak Goreng, Suhu, dan PH terhadap Kadar Asam Lemak Bebas pada Minyak Goreng Pedagang Penyetan. *Media Kesehatan Masyarakat Indonesia*, 19(5): 375–378.
- Jimenez, P.S., Bangar, S.P., Suffern, M., and Whiteside, W.S. 2024. Understanding retort processing: A review. *Food Science and Nutrition*, 12(3): 1545–1563.
- Karabagias, I., A. Badeka, and M. G. Kontominas. 2011. Shelf life extension of lamb meat using thyme or oregano essential oils and modified atmosphere packaging. *Meat Sci.* 88:109-116.

- Kasaai, M.R., (2025). Oxidative and Hydrolytic Deteriorations of Lipids and Several Alternative Pathways for Their Protections : An Overview. *Food Nutrition Chemistry*. 3(1) : 238.
- Khairunnisa 2018. Pengaruh perbandingan jumlah cabai merah dengan andaliman terhadap mutu sambal andaliman dan penentuan umur simpan 3(1): 27–38.
- Khatun, S., Aktar, S., Naeem, Z., Hasan, M., Flowra, F.A., Bashar, A., Islam, T., and Mahmud, Y. 2020. Does Vacuum Packaging Retain the Quality of Hilsa Fish (*Tenualosa ilisha*) during Long-Term Frozen Storage ? † 1–7.
- Kristanti, D., et al. 2023. Chemical composition and amino acid profile of manyung fish (*Arius thalassinus*) from subang west java of indonesia. *Agrointek: Jurnal Teknologi Industri Pertanian* 17(4): 908-914.
- Kurniadi, M., Kusumaningrum, A., Nurhikmat, A., Susanto Balai, A., Teknologi, P., & Alam, B. (2019). Kemasan Retort Pouch (Thermal Process of Fried Rice In Retort Pouch Packaging And Its Shelf-Life Prediction). (Vol. 13, Issue 1).
- Kurniawan, Y.R., Pakpahan, N., Purwanto, Y.A., Purwanti, N., and Budijanto, S. 2021. Stabilitas Beras Analog Berdasarkan Pola Kadar Air Kesetimbangan. *Jurnal Pangan*, 30(2): 87–98.
- Laila, U., S. Indriani, dan R. Nurhayati. 2021. Penentuan Tingkat Ketengikan Secara Spektrofotometri Pada Produk Pangan Berwarna Melalui Metode Ekstraksi Asam Cair. *Jurnal Penelitian Teknologi Industri* 12: 19-30.
- Mireles Dewitt, C.A., and Oliveira, A.C.M. 2016. Modified atmosphere systems and shelf life extension of fish and fishery products. *Foods*, 5(3): 1–27.
- Marlien, R.A., Liana, L., Santoso, I.H., Suteja, B., Ma'sum, M.A.(2022). Perluasan Pangsa Pasar Produk Ikan Asap Melalui Disain Kemasan Usaha Mikro Ikan Asap Kota Semarang. *Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*. 2(1).
- Maryati, M., Rumatoras, M.F.K., and Sriwijaya, R.R. 2025. Effect of Vacuum and Non-Vacuum Packaging Combined with Cold Storage on the Shelf Life of Smoked Komo Mackerel (*Euthynnus affinis*). *Nekton*, 5(2): 142–155.
- Mireles Dewitt, C.A., and Oliveira, A.C.M. 2016. Modified atmosphere systems and shelf life extension of fish and fishery products. *Foods*, 5(3): 1–27.
- Muchtar, F., Bahar, H., Nurmaldewi, and Lisnawaty 2022. Identifikasi Bahaya Dan Penentuan Titik Kendali Kritis Proses Pengasapan Ikan Tuna Di Desa Malalanda Kecamatan Kulisusu Kabupaten Buton Utara. *KOLONI: Jurnal Multidisiplin Ilmu*, 1(2): 2828–6863.

- Mulyawan et al. 2019. Pengaruh Teknik Pengemasan Dan Jenis Kemasan. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 22: 3–3.
- Mutiara,U., Athiefah, F., Rajih, R.M., Rina, R., Endah, S.E.Y. Quality Retention by Hot Fill Methode for Glass Jar-Packaged Shallot-Based Chili Sauce. *Study Program of Food Science Technology, Universitas Terbuka, Jakarta, Indonesia*.
- Mutma'innah, M.N., Maherwati, and Rahayuni, T. 2022. Perubahan nutrisi ikan asam pedas dalam retort pouch dengan variasi waktu sterilisasi Nutrition change of ikan asam pedas in retort pouch with variation of sterilization time. *Jurnal Agrotek UMMAT*, 9(2): 75–86.
- Nairfana, I., Setiawati, V.R., Nasution, N.,(2022) Kajian Waktu Pasteurisasi Terhadap Kadar Air, Kadar Ph, Organoleptik, dan Masa Simpan Sambal Tuk-Tuk. *Food and Agro-Industry Journal*, 3(2), 149-160.
- Nauli, A.P., Siahaan, R.Y., and Sibuea, P. 2024. Analisis Cemarkan Mikroba Angka Lempeng Total Ikan Manyung (*Arius thalassinus*) Asap dari Sentra Pengasapan Bandarharjo Kota Semarang. *Jurnal Riset Teknologi Pangan Dan Hasil Pertanian (RETIPA)*, 5: 49–56.
- Nurhasnawati, H., Supriningrum, R., Caesariana, N. (2015). Penetapan Kadar Asam Lemak Bebas dan Bilangan Peroksida pada Minyak Goreng yang Digunakan Pedagang Gorengan di Jl. A.W Sjahranie Samarinda. *Jurnal Ilmiah Manuntung*. 1(1); 25-30.
- Nursafira, J., Munandar, A., & Surilayani, D. (2021). Pengaruh bahan kemasan berbeda terhadap mutu bandeng presto dengan pengemasan vakum pada suhu dingin. *Media Teknologi Hasil Perikanan*, 9(2), 59–68. <https://doi.org/10.35800/mthp.9.2.2021.33963>
- Pal, U.S., Das, M., Nayak, R.N., Sahoo, N.R., Panda, M.K., and Dash, S.K. 2019. Development and evaluation of retort pouch processed chhenapoda (cheese based baked sweet). *Journal of Food Science and Technology*, 56(1): 302–309.
- Papastergiadis, A., Mubiru, E., Van Langenhove, H., and De Meulenaer, B. 2012. Malondialdehyde measurement in oxidized foods: Evaluation of the spectrophotometric thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) Test in various foods. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60(38): 9589–9594.

- Rahmadhani, K.F., Kurniawati, E. (2022). Karakteristik Fisik dan Kimia Sambal Gurita dengan Pra-Proses Perlakuan Cabai yang Berbeda. *Journal of Food Engineering*. 1(4) : 184-190.
- Rahmawati, I., Widjaya, N., Nurjannah, S., Suryanah, S., Permana, H., (2024). Uji Organoleptik, Jamur, dan Ph Silase Rumput *Pakchong* Yang Diberi Suplemen Organik Cair Herbal. *Jurnal Ilmu Pertanian*. 6(2): 112-119.
- Resti, N., Ayustaningwarno, F., Anjani, G., Syauqy, A., Chasanah, E., Purwani, E.Y., and Afifah, D.N. 2025. Organoleptic Quality and Shelf-Life of Dry Noodle from Maize Flour and Fish Hydrolysate Protein (Mizepi) for Emergency Food. *Canrea J. Food Technol. Nutr. Culin*. 8(1), 154–169. <https://doi.org/10.20956/canrea.v8i1.1262>.
- Rohana, M. L., S. Berhimpon, dan J. Ch. V. Palenewen. (2016). Keberadaan Mikroba Pada Bakso Ikan Asap Cair, Yang Dikemas Dalam Retortable Pouch, Dipasteurisasi Dan Disimpan Pada Temperatur Ruang. *Jurnal Media Teknologi Hasil Perikanan*. 4(2).
- Rahmawati, E., and Utami, M. 2022. Analysis Of Free Fatty Acid Content and Water Content in Crude Palm Oil in The Laboratory of PT. Bina Pitri Jaya Mill. *IJCR (Indonesian Journal of Chemical Research)*, 7(2): 26–35.
- Raval, A.H., Solanki, S.C., and Yadav, R. 2013. A simplified heat transfer model for predicting temperature change inside food package kept in cold room. *Journal of Food Science and Technology*, 50(2): 257–265.
- Santi, D.L., Wirdana, Y.A., dan Pasymi. (2024). Peningkatan Keawetan Rendang Melalui Inovasi Pengembangan Kemasan dan Non Vakum.
- Shah, M. A., Bosco, S. J. D., Mir, S. A., & Sunooj, K. V. (2017). Evaluation of shelf life of retort pouch packaged Rogan josh, a traditional meat curry of Kashmir, India. *Food Packaging and Shelf Life*, 12(March), 76–82. <https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2017.04.001>
- Sasongko, L.W., Nofreeana, A., and Lasmi, L. 2021. Kajian Mutu Dan Umur Simpan Produk Pengasapan Ikan Tongkol (*Euthynnus Affinis*) Dengan Aplikasi Asap Cair. *Manfish Journal*, 1(03): 168–173.
- Setiawan, A., Gunawan, A., Nada, D.A.Q., Fauni, E.M., Charyani, I., Yusuf, I., Oktasani, N., Ratnasari, N.I., Trisnawati, Q.D., Nugroho, S.A., and Aditya, T.A. 2024. Optimalisasi Pemanfaatan Ikan Manyung Asap Menjadi Abon Ikan Manyung dalam Upaya Pencegahan Stunting di Kelurahan Pasarbatang Brebes. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat MEDITEG*, 9(1): 97–106.

- Sopandi, T dan Wardah. 2014. Mikrobiologi Pangan Teori dan Praktik. Maya(ed). Yogyakarta: ANDI Yogyakarta.
- Sulistijowati, R., Ali, M.K., and Suherman, S.P. 2022. Karakteristik Kimia Dan Total Bakteri Saus Sambal Dari Serbuk Ikan Cakalang (*Katsuwonus pelamis*) Asap. *Jambura Fish Processing Journal*, 4(1): 37–45.
- Surya, R., and Tedjakusuma, F. 2022. Diversity of sambals, traditional Indonesian chili pastes. *Journal of Ethnic Foods*, 9(1): .
- Swastawati, F., Syakur, A., Wijayanti, I., and Riyadi, P.H. 2019. Teknologi Mesin Pengering Ikan Modern.
- Temdee, W., Singh, A., Zhang, B., and Benjakul, S. 2022. Effect of vacuum packaging on shelf-life extension of cooked and peeled harpiosquillid mantis shrimp (*Harpiosquilla raphidea*) during refrigerated storage. *International Journal of Food Science and Technology*, 57(7): 4451–4462.
- Triyannanto, E., Kusuma, R.J., Muflikhun, M.A., Kusuma, A.H.A., Suryanto, E., Rusman, Qutb, A.A., Sujarwanta, R.O., Husen, D.M., Ramadhan, M.S., Darmawan, O., and Sitaresmi, P.I. 2025. Aplikasi Metode Pengemasan Retort untuk Meningkatkan Masa Simpan Produk Jadah Abon Tempe di Sentra Industri Jadah Tempe, Kaliurang, Hargobinangun, Sleman, Yogyakarta. *Jurnal Pengabdian, Riset, Kreativitas, Inovasi, dan Teknologi Tepat Guna*, 3(1): 193–201.
- Triyanannto, E., Febrisiantosa, A., Kusumaningrum, A., Amri, A.F., Fauziah, S., Sulistyono, E.P., Dewandaru, B. M., Nurhikmat, A., Susanto, A., (2021). The Quality Characteristics of Ready-to-Eat Empal Gentong Affected by Meat Pre-Cooking. *Food Science of Animal Resources*. Yogyakarta, Indonesia. 42(4): 557-565.
- Ulfah, M., Fauziyyah, A., Radiansyah, M.R., Rismaya, R., and Sulistyawati, E.Y.E. 2023. Quality Retention By Hot Fill Method for Glass Jar-Packaged Shallot-Based Chili Sauce. *Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences*, 139(7): 193–200.
- Viji, P., Panda, S.K., Mohan, C.O., Bindu, J., Ravishankar, C.N., and Srinivasa Gopal, T.K. 2016. Combined effects of vacuum packaging and mint extract treatment on the biochemical, sensory and microbial changes of chill stored Indian mackerel. *Journal of Food Science and Technology*, 53(12): 4289–4297.
- Wahyuni, N.N., Rianingsih, L., and Romadhon 2021. Pengaruh Pengemasan Vakum Dan Non Vakum Terhadap Kualitas Bekasam. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Perikanan*, 3(1): 26–33.

- Wijaya, A.A., Bija, S., Abdiani., I.M. (2023). Karakteristik Minyak Ikan Manyung (*Arius sp.*) dengan Metode *Dry Rendering*. Jurnal Fishtech. 12(1): 47-54.
- Winarno. (2022). Kimia Pangan dan Gizi. PT. Gramedia Pustaka Utama: Jakarta
- Yunita, M., Hendrawan, Y., & Yulianingsih, R. (2015) Analisis Kuantitatif Mikrobiologi pada Makanan Penerbangan Garuda Indonesia berdasarkan TPC (Total Plate Count) dengan Metode *Pour Plate*. Jurnal Keteknikaan Pertanian Tropis dan Biosistem. 3(3); 237.
- Zeb, A.; Ullah, F. A Simple Spectrophotometric Method For The Determination Of Thiobarbituric Acid Reactive Substances In Fried Fast Foods. J. Anal. Methods Chem. 2016, 9412767
- Zelpina, E., Walyani, S., Niasono, A.B., and Hidayati, F. 2020. Dampak Infeksi Salmonella Sp . dalam Daging Ayam dan Produknya terhadap Kesehatan Masyarakat. J. Heal. Epidemiol. Commun. Dis. 6(1), 25–34.
- Zhang, D., Li, H., Emara, A.M., Hu, Y., Wang, Z., Wang, M., and He, Z. 2020. Effect of in Vitro Oxidation on the Water Retention Mechanism of Myofibrillar Proteins Gel from Pork Muscles. Food Chem. 315, 126226. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.126226>.