

3. READY TO EAT (RTE) BERBASIS IKAN

Ready to Eat Food (RTE) merupakan makanan yang siap dikonsumsi tanpa proses pemasakan atau persiapan tambahan (Patel & Rathod, 2017). Menurut Huang & Hwang (2012), produk RTE merupakan produk pangan yang telah dibersihkan, dimasak sebelumnya dan sebagian besar telah dikemas dan siap untuk dikonsumsi. Produk RTE yang telah diproses dan dikemas dengan tepat harus terbebas dari bakteri patogen yang berasal dari bahan bawaan dan siap untuk dikonsumsi. Menurut FDA (2009) yang dikutip dalam Huang dan Hwang (2012), produk RTE dapat langsung dikonsumsi tanpa perlu tambahan langkah persiapan atau pemasakan untuk mencapai tingkat keamanan pangan. Produk RTE sangatlah beragam kategorinya seperti ikan atau *seafood*, ayam, daging, produk susu, buah, sayur, beberapa *frozen food* dan beberapa makanan non beku. Dari beberapa kategori tersebut, terdapat produk RTE berbasis ikan atau *seafood*. Ikan dalam arti sempit (*pisces*) atau ikan bersirip memiliki ciri-ciri yaitu bernafas dengan insang, berdarah dingin, bersisik (sebagian tidak) dan bersirip. Berdasarkan kadar garam perairannya, jenis ikan dapat dibedakan menjadi 3 yaitu perikanan air tawar, perikanan air laut, dan perikanan air payau.

Ikan air tawar merupakan ikan yang hidup di perairan tawar, atau secara umum dapat disebut dengan perikanan darat (pedalaman) yang memiliki tingkat salinitas kurang dari 0,05%. Ikan air tawar memiliki kadar garam yang lebih tinggi daripada kadar garam perairannya. Contoh ikan air tawar adalah lele, tilapia, trout, dan lain-lain. Ikan air laut merupakan ikan yang hidup di perairan laut yang memiliki kadar garam dalam cairan tubuhnya lebih rendah daripada kadar garam perairannya. Contoh ikan air laut adalah salmon, tuna, sarden, dan lain-lain. Ikan air payau merupakan ikan yang hidup di perairan yang terjadi pencampuran antara air tawar dari sungai dengan air asin dari laut. Ikan payau juga dapat disebut dengan ikan tambak/pantai atau ikan muara sungai/estuarina. Contoh ikan air payau adalah bandeng (Sofijanto, 2021). Dari berbagai jenis ikan yang telah dijelaskan di atas, ikan dapat diolah menjadi produk pangan yang siap dikonsumsi dan tak memerlukan kembali proses pemasakan. Beberapa produk RTE berbasis ikan adalah sarden olahan, tuna olahan, sashimi, ikan asap dan bandeng presto.

3.1. Karakteristik Kimia, Sensori, dan Mikrobiologi Produk Sarden Olahan

Tabel 11. Karakteristik Kimia Sarden Olahan dalam Kaleng

No	Nama Ikan	Pengolahan	Penyimpanan	Kadar Air	Lemak	Protein	pH	Histamin	Sumber
1	Sarden Monterey (<i>Sardinops sagax caerulea</i>)	-	-	-	Oksidasi Lemak: Tidak Berpengaruh	-	5,8-6,2	6,25-6,74 ppm	Uriarte <i>et al.</i> (2010)
	Sarden (Monterey <i>Sardine</i>)	-	Pendinginan 0°C	-	-	-	5,75 menjadi 6,1	0,05-7,03 mg/100g	Pacheco <i>et al.</i> (1998)
	Sarden (<i>Sardinella pilchardus</i>)	(Medium: minyak)	Pendinginan -4°C & Suhu 27°C (12 minggu)	Suhu 27°C: 45,62% Suhu -4°C: 44,12%	-	Suhu 27°C: 19,38% Suhu -4°C: 20,25%	-	-	Oyelese & Opatokun (2007)
2	Sarden (<i>Sardina pilchardus</i>)	Pasteurisasi 70°C selama 20 menit dan Non Pasteurisasi (Medium; saus tomat)	Pendinginan 4°C (6 bulan)	Pasteurisasi: 71,80	Pasteurisasi: 1,32	Pasteurisasi: 21,93	Pasteurisasi (6 bulan): Meningkatkan 6,51%; pH akhir 4,09	-	Kilinc & Cakli (2015)

No	Nama Ikan	Pengolahan	Penyimpanan	Kadar Air	Lemak	Protein	pH	Histamin	Sumber
				Non Pasteurisasi: 76,27	Non Pasteurisasi: 1,35	Non Pasteurisasi: 18,13	Non Pasteurisasi (6 bulan): Meningkat 9,11%; pH akhir 4,19		
				Menurun 6,23%	Menurun 2,27%	Meningkat 20,96%	Menurun 2,39%		
3	Sarden (<i>Sardina pilchardus</i>)	HPTS 115°C dan 28 menit 600 MPa (Medium: <i>olive oil</i>)	-	-	Sarden dalam <i>olive oil</i> : 12,9%	Sarden dalam <i>olive oil</i> : 21,7%	-	-	Mesías <i>et al.</i> (2015)

Keterangan:

- : Tidak dijelaskan

HPTS : *High Pressure Thermal Sterilization*

Karakteristik kimia diukur secara objektif dari nilai gizi atau kandungan dalam suatu produk. Produk sarden olahan memiliki beberapa karakteristik kimia yang dapat diukur antara lain seperti kadar air, protein, lemak, pH, maupun histamin. Pada produk sarden olahan, terdapat beberapa data perubahan kualitas kimia untuk produk sarden olahan yang dikemas dengan pengemas kaleng dengan berbagai kondisi pengolahan dan penyimpanan yang dapat dilihat pada Tabel 11.

Berdasarkan penelitian Uriarte *et al.* (2010), sarden olahan yang dikemas dalam kaleng memiliki pH berkisar antara 5,8-6,2 dengan kandungan histaminnya 6,25-6,74 ppm dan tidak terjadi oksidasi lipid selama masa pengalengan ataupun penyimpanannya. Kadar histamin tersebut masih dibawah tingkat maksimum yang telah ditetapkan oleh FDA (2001) yaitu 50 ppm. Namun keberadaan histamin pada produk telah mengindikasikan pengolahan sarden yang kurang baik karena suhu yang tidak sesuai atau kondisi sanitasi yang kurang baik. Oksidasi lipid dapat mempengaruhi kualitas otot, menghasilkan bau dan rasa tengik jika bahan mentah diperlakukan yang kurang baik. Ikan *Sarden Montrey* memiliki kandungan lipid yang tinggi berkisar antara 2-10%. Sehingga perlunya pengolahan yang baik agar kualitas produk tetap baik pula. Maka dari itu, proses pengalengan merupakan salah satu proses pengemasan yang baik karena tidak memiliki pengaruh yang besar terhadap oksidasi lipid pada sarden (Uriarte *et al.*, 2010).

Pada penelitian Kilinc & Cakli (2015), sarden olahan yang diberi perlakuan pasteurisasi dan non pasteurisasi memiliki kadar air yang lebih rendah yaitu sebesar 71,8% pada sampel yang dipasteurisasi dan menurun 6,23% dari sampel non pasteurisasi. Kadar lemak pada sampel pasteurisasi adalah 1,32% juga menurun sebesar 2,27% dari sampel yang tidak dipasteurisasi. Namun, untuk kadar protein sampel yang dipasteurisasi adalah 21,93% dan meningkat sebesar 20,96% dibanding sampel yang tidak dipasteurisasi. Selain itu pH sarden kaleng yang disimpan dalam pendingin 4°C selama 6 bulan dengan perlakuan pasteurisasi menurun 2,39% dibanding non pasteurisasi. Berdasarkan USDA (2019), sarden olahan kaleng dalam medium tomat memiliki kadar air 66,9%, protein 20,9% dan lemak 10,4%. Jika dibandingkan antara standar USDA dengan penelitian Kilinc & Cakli (2015), terdapat perbedaan pada kadar lemaknya. Hal ini mungkin dapat disebabkan karena perbedaan teknik pemrosesan. Dibandingkan dengan penelitian

Uritarte *et al.* (2010) dan Kilinc & Cakli (2015), pH pada sarden kaleng yang dipasteurisasi dan disimpan selama 6 bulan dalam suhu 4°C menurun 2,11-1,71 dibandingkan dengan sarden kaleng tanpa perlakuan. Selain itu, sarden kaleng tanpa pasteurisasi namun disimpan selama 6 bulan dalam suhu 4°C juga mengalami penurunan pH namun tidak sebesar pada sampel yang dipasteurisasi, yaitu sebesar 2,01-1,6 dibanding dengan pH sarden kaleng tanpa perlakuan. Namun, selama penyimpanan 6 bulan, sampel dengan perlakuan pasteurisasi dan non pasteurisasi mengalami peningkatan pH sesuai dengan lama penyimpanan. Tetapi nilai pH bukan merupakan kriteria dari proses pembusukan (Ludorff & Meyer, 1973 dikutip dalam Kilinc & Cakli, 2015). Menurut ICMSF (1978) dalam Kilinc & Cakli (2015), sarden olahan dalam rendaman yang rusak terjadi karena produksi ammonia oleh deaminasi bakteri asam amino yang dapat menyebabkan peningkatan pH.

Pada penelitian Oyelese & Opatokun (2007), sarden olahan dalam kaleng dengan penyimpanan 27°C memiliki kadar air sebesar 45,62% lebih tinggi dibanding sampel yang disimpan pada suhu -4°C. Namun, kadar protein sarden olahan dalam kaleng adalah 19,38% dan lebih rendah jika dibanding dengan sampel yang disimpan dengan suhu -4°C. Sehingga penyimpanan suhu yang semakin rendah memberikan kadar air semakin rendah namun meningkatkan kadar proteinnya. Kemudian pada penelitian Mesias *et al.* (2015) sarden dengan perlakuan HPTS dalam *olive oil* memiliki kadar lemak dan protein masing-masing 12,9% dan 21,7%. Dari hasil tersebut tidak begitu berbeda jauh dengan USDA (2018), sarden kaleng dalam minyak memiliki kadar lemak dan protein 11,4% dan 24,6%. sebesar Jika dibandingkan dengan hasil penelitian Kilinc & Cakli (2015) & Mesias *et al.* (2015), kadar lemak sarden dengan medium *olive oil* jauh lebih tinggi dibandingkan dengan sarden dengan medium saus tomat dan penambahan perlakuan sterilisasi maupun pasteurisasi memiliki kadar lemak yang tidak berbeda jauh dengan sarden tanpa perlakuan. Sehingga penambahan perlakuan sterilisasi ataupun pasteurisasi tetap dapat mempertahankan kualitas kimia sarden olahan.

Pada penelitian Pacheco *et al.* (1998) sarden kaleng yang disimpan dalam pendinginan 0°C memiliki pH dari 5,75 menjadi 6,1 dan memiliki kadar histamin 0,05-7,03 mg /100 g atau 0,5-70,3 ppm. Dalam penelitian tersebut terdapat satu sampel yang melebihi batas

histamin dalam FDA (2001) yaitu 50 ppm. Sehingga perlu dilakukan kontrol pada waktu dan suhu yang harus dipertahankan selama penanganan setelah penangkapan ikan sarden sebelum dilakukan proses pengalengan. Penelitian oleh Pacheco *et al.* (1998) juga memiliki kesamaan dengan penelitian Kilinc & Cakli (2015), bahwa pH sarden olahan dalam kaleng meningkat setelah disimpan pada suhu 0°C dan suhu 4°C. Sehingga benar bahwa lama penyimpanan akan meningkatkan pH.

Berdasarkan karakteristik kimia pada produk RTE sarden olahan dalam kaleng, perlakuan HPTS pada sarden olahan dalam kaleng dengan medium minyak memiliki kadar lemak dan protein yang tidak jauh berbeda dengan standar USDA sehingga perlakuan HPTS dapat dinilai tetap mempertahankan kualitas kimia sarden olahan dari segi kadar lemak dan proteinnya. Selama penyimpanan, sarden olahan dalam kaleng pada suhu rendah juga terjadi peningkatan pH, namun tidak terlalu signifikan dan masih tergolong aman untuk dikonsumsi. Perlakuan pasteurisasi juga tetap mempertahankan kualitas kimia sarden olahan dalam kaleng karena pasteurisasi merupakan pemanasan yang tergolong ringan dan hanya dapat membunuh sebagian mikroorganisme patogen sehingga dapat mempertahankan kandungan nutrisi maupun sifat fisik produk (Ambarsari & Sudaryono, 2013).

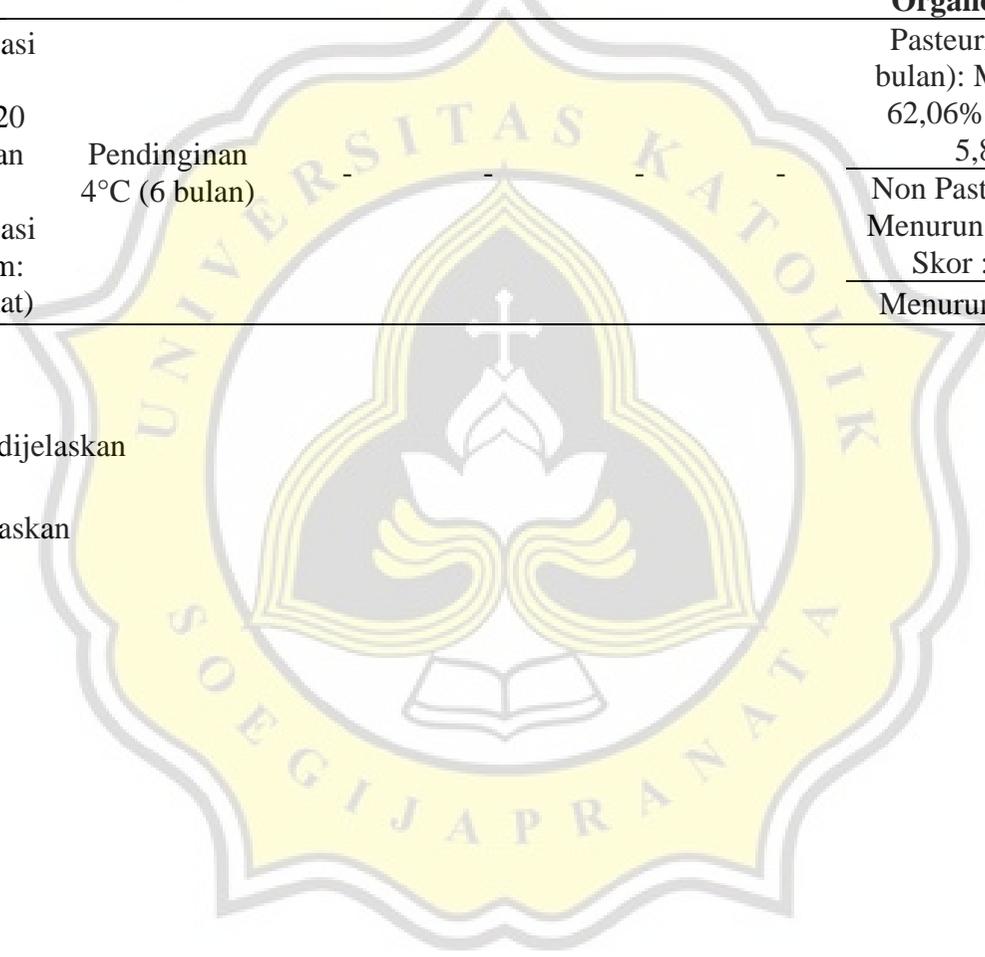
Tabel 12. Karakteristik Sensori Sarden Olahan dalam Kaleng

No	Nama Ikan	Pengolahan	Penyimpanan	Bau	Tekstur	Rasa	Warna	Nilai Total Organoleptik	Sumber
	Sarden	Sterilisasi (Medium: saus tomat)	-	Saus tomat: kuat; Daging: segar dan harum	Daging: potongan utuh, rapi sedikit serpihan, seragam agak menarik.	Rasanya gurih.	Saus: warna merah spesifik saus tomat, cerah homogen	7,51 – 7,60	Wulandari <i>et al.</i> (2009)
1	Sarden (<i>Sardinella pilchardus</i>)	(Medium: minyak)	Pendinginan - 4°C & Suhu Lingkungan 27°C (12 minggu)	Suhu 27°C: Memuaskan (Skor 5,5) Suhu -4°C: Memuaskan (Skor 5)	Suhu 27°C: Baik (Skor 6) Suhu -4°C: Baik (Skor 6)	Suhu 27°C: Memuaskan (Skor 5,5) Suhu -4°C: Memuaskan (Skor 5,5)	Suhu 27°C: Baik (Skor 6) Suhu -4°C: Baik (Skor 6)	-	Oyelese & Opatokun (2007)

No	Nama Ikan	Pengolahan	Penyimpanan	Bau	Tekstur	Rasa	Warna	Nilai Total Organoleptik	Sumber
2	Sarden (<i>Sardina pilchardus</i>)	Pasteurisasi 70°C selama 20 menit dan Non Pasteurisasi (Medium: saus tomat)	Pendinginan 4°C (6 bulan)	-	-	-	-	Pasteurisasi (6 bulan): Menurun 62,06% ; Skor: 5,88 Non Pasteurisasi: Menurun 62,42%; Skor : 5,90 Menurun 0,34%	Kilinc & Cakli (2015)

Keterangan:

- : Tidak dijelaskan
 Skor 6 : Baik
 Skor 5 : Memuaskan



Karakteristik sensori pada produk sarden olahan dapat dinilai melalui beberapa aspek seperti aroma/bau, rasa, tekstur maupun warna. Pada Tabel 12. diatas terdapat beberapa data perubahan kualitas sensori untuk produk sarden olahan yang dikemas dengan kaleng dengan berbagai kondisi pengolahan dan penyimpanan. Penelitian oleh Wulandari *et al.* (2009), menyatakan bahwa kualitas sensori sarden dalam kaleng dengan medium saus tomat adalah memiliki bau saus tomat yang kuat, daging segar dan harum dengan potongan daging utuh, rapi sedikit serpihan, seragam dan agak menarik. Memiliki rasa gurih dan saus berwarna merah spesifik cerah dan homogen. Total nilai organoleptiknya adalah 7,51-7,60 yang berarti telah sesuai dengan standar SNI 8222-2016 tentang persyaratan mutu dan keamanan pangan sarden dan makarel dalam kemasan kaleng yaitu skor organoleptik pada sarden kaleng adalah minimal 7.

Pada penelitian Oyelese & Opatokun (2007), sarden olahan yang dikemas pada kaleng dengan medium minyak memiliki skor sensori bau, tekstur, rasa dan warna yang disimpan pada suhu 27°C yaitu masing-masing sebesar 5,5; 6; 5,5 dan 6 sedangkan yang disimpan pada suhu 4°C masing-masing sebesar 5; 6; 5,5 dan 6 setelah 12 minggu penyimpanan. Perbedaan suhu tidak berpengaruh nyata terhadap kualitas sensori sarden olahan dalam kemasan kaleng. Namun, baik penyimpanan suhu 27°C dan 4°C setelah 12 minggu tetap dalam kondisi yang baik dan memuaskan. Kemudian nilai organoleptik yang hampir sama pada penelitian Kilinc & Cakli (2015), yaitu total nilai organoleptik untuk sarden olahan yang telah disimpan selama 6 bulan pada suhu 4°C untuk pasteurisasi dengan skor 5,88 dan non pasteurisasi 5,90. Selama penyimpanan skor sensori sampel yang dipasteurisasi dan tidak dipasteurisasi sama-sama menurun. Selain itu, sarden olahan yang dipasteurisasi dan non pasteurisasi setelah 6 bulan penyimpanan telah mengalami kerusakan dari segi penilaian sensori.

Berdasarkan hasil penelitian Oyelese & Opatokun (2007) dan Kilinc & Cakli (2015), skor organoleptik sarden olahan dalam kaleng baik dipasteurisasi dan tanpa perlakuan pasteurisasi yang disimpan dalam suhu -4°C dan 4°C tidak terlalu berbeda jauh. Sehingga perlakuan pasteurisasi dan perbedaan suhu penyimpanan tidak berpengaruh terhadap karakteristik bau, tekstur, rasa dan warna pada sarden olahan dalam kaleng. Selain itu, perlakuan pasteurisasi dan non pasteurisasi pada penyimpanan dingin 4°C dan suhu 27°C

selama 12 minggu dan 6 bulan sudah melewati batas minimal skor organoleptik SNI 8222-2016.

Berdasarkan karakteristik sensori pada sarden olahan yang dikemas dalam kaleng, perlakuan sterilisasi dinilai lebih baik karena memiliki nilai sensori yang tetap memenuhi persyaratan SNI 8222-2016. Dari segi penggunaan medium dalam sarden olahan, penggunaan medium saus tomat memiliki nilai sensori yang lebih baik pula jika dibandingkan dengan medium minyak.



Tabel 13. Karakteristik Mikrobiologi Sarden Olahan dalam Kaleng

No	Nama Ikan	Pengolahan	Penyimpanan	Bakteri	Yeast	Fungi	Umur Simpan	Sumber
	Sarden	Sterilisasi (Medium: saus tomat)	-	Bakteri anaerob per 25gram adalah 0	-	-	-	Wulandari <i>et al.</i> (2009)
1	Sarden (<i>Sardinella pilchardus</i>)	(Medium: minyak)	Pendinginan - 4°C & Suhu Lingkungan 27°C (12 minggu)	Suhu 27°C: ditemukan tujuh jenis bakteri yang berbeda dari minggu ke-0 hingga ke-12 ALT: Awal: 1.0 x10 ⁵ Akhir: 5.0 x 10 ⁴ cfu/g	-	Suhu 27°C: ditemukan dua jenis jamur yang berbeda dari minggu ke- 0 hingga ke- 12	Sarden kalengan (<i>S. pilchardus</i>) tidak rusak sebelum periode kedaluwarsa 4 tahun	Oyelese & Opatokun (2007)
2	Sarden (<i>Sardina pilchardus</i>)	Pasteurisasi 70°C selama 20 menit dan Non Pasteurisasi (Medium: saus tomat)	Pendinginan 4°C (6 bulan)	Pasteurisasi & Non Pasteurisasi: Bakteri <i>Psychrotrophic</i> Tidak Terdeteksi	Pasteurisasi: Tidak Terdeteksi	Pasteurisasi: Tidak Terdeteksi	6 Bulan	Kilinc & Cakli (2015)

No	Nama Ikan	Pengolahan	Penyimpanan	Bakteri	Yeast	Fungi	Umur Simpan	Sumber
				<i>Total Viable Bacteria</i>				
				Pasteurisasi:				
				Tidak	Non	Non		
				Terdeteksi;	Pasteurisasi:	Pasteurisasi:		Kilinc & Cakli
				Non	Tidak	Tidak		(2015)
				Pasteurisasi:	Terdeteksi	Terdeteksi		
				Meningkat				
				247,54%				
				(6,36 log				
				CFU/g)				

Keterangan:

- : Tidak dijelaskan
- ALT : Angka Lempeng Total

Berdasarkan Tabel 13. diatas terdapat beberapa data perubahan kualitas mikrobiologi sarden olahan yang dikemas dengan kaleng dengan berbagai kondisi pengolahan dan penyimpanan. Pada penelitian Wulandari *et al.* (2009), total bakteri anaerob pada sarden olahan dalam kaleng dengan medium saus tomat per 25gram adalah 0. Penambahan perlakuan sterilisasi dengan suhu tinggi mampu membunuh seluruh jasad renik seperti bakteri, mikroba patogen serta spora pada produk kaleng. Selain itu, penelitian tersebut telah sesuai dengan standar SNI 8222-2016 yang menyatakan bahwa produk akhir sarden dalam kaleng harus bebas dari cemaran mikroba.

Pada penelitian Oylese & Opatokun (2007), penyimpanan sarden olahan kaleng dalam medium minyak pada suhu 27°C selama 12 minggu ditemukan 7 jenis bakteri dan 2 jamur berbeda dalam rentang minggu ke-0 hingga minggu ke-12 dengan angka lempeng total pada akhir penyimpanan adalah $5,0 \times 10^4$ cfu/g. Jumlah bakteri tersebut masih tergolong minimum untuk dapat melakukan pembusukan yang dapat menyebabkan efek signifikan atau merusak yang dapat mengakibatkan keracunan makanan. Namun, bakteri yang paling mematikan dan menyebabkan keracunan pada produk sarden olahan dalam kaleng dibawah suhu 27 °C adalah *B. subtilis*. Sedangkan sarden olahan dalam kaleng pada penyimpanan suhu -4°C juga tidak terdapat bakteri selama penelitian dilakukan. Sehingga disebutkan pula bahwa sarden kaleng (*S. pilchardus*) tidak rusak sebelum periode kedaluwarsa 4 tahun namun harus tetap dipantau analisa bahaya dan titik kontrol kritis secara lebih ketat dan tidak direkomendasikan melebihi 12-24 jam penyimpanan dibawah suhu penyimpanan makanan untuk menghindari keracunan.

Selanjutnya pada penelitian Kilinc & Cakli (2015), bakteri *psychrotrophic* pada sarden yang diolah secara pasteurisasi dan non pasteurisasi dengan pendinginan 4°C selama 6 bulan tidak terdeteksi. *Total viable bacteria* untuk sampel pasteurisasi tidak terdeteksi namun meningkat 247,54% untuk sampel non pasteurisasi menjadi 6,36 log CFU/g. Keberadaan yeast dan fungi pada kedua sampel yang dipasteurisasi dan non pasteurisasi juga tidak terdeteksi. Sehingga umur simpan sarden dalam medium saus tomat pada perlakuan pasteurisasi maupun non pasteurisasi tergolong sama yaitu 6 bulan pada suhu 4°C.

Berdasarkan ketiga karakteristik kimia, sensori dan mikrobiologi sarden olahan yang dikemas dalam kaleng dengan berbagai perlakuan pengolahan, maka beberapa upaya

peningkatan umur simpan dan keamanan pangan yang terbaik tanpa mengurangi kualitas dari masing-masing komponen kimia, sensori maupun mikrobiologinya bisa dengan cara sterilisasi karena berdasarkan hasil penelitian Wulandari *et al.* (2009) total bakteri anaerob pada sarden olahan dalam kaleng dengan medium saus tomat per 25 gram adalah 0 yang berarti bebas dari cemaran mikroba. Karakteristik sensori sarden olahan dengan perlakuan sterilisasi juga memiliki total nilai organoleptiknya 7,51-7,60 yang berarti telah sesuai dengan standar SNI 8222-2016. Pada penelitian Mesias *et al.* (2015) sarden dengan perlakuan HPTS dalam *olive oil* memiliki kadar lemak dan protein masing-masing 12,9% dan 21,7%. Dari hasil tersebut juga tidak begitu berbeda jauh dengan sarden dalam medium minyak dalam USDA. Sehingga perlakuan sterilisasi serta pengemasan kaleng mampu mempertahankan daya simpan dari sarden olahan. Sarden olahan dalam kaleng dapat bertahan dengan kisaran waktu 4 tahun. Sedangkan pada penelitian Kilinc & Cakli (2015), menyatakan bahwa perlakuan pasteurisasi dan penyimpanan suhu dingin (4°C) pada sampel sarden olahan memiliki *Total Viable Bacteria* yang tidak terdeteksi, selain itu bakteri psychrotrophic juga tidak terdeteksi pada sampel dengan perlakuan pasteurisasi, jika dibandingkan dengan perlakuan non pasteurisasi untuk nilai total organoleptiknya juga tidak begitu berbeda, hanya menurun sekitar 0,34%. Namun disebutkan bahwa umur simpan sarden olahan dengan perlakuan pasteurisasi hanya bertahan 6 bulan. Pasteurisasi merupakan perlakuan tambahan pada proses pengolahan pangan dengan panas namun pada suhu yang lebih rendah dibandingkan perlakuan sterilisasi. Pasteurisasi merupakan pemanasan yang tergolong ringan dan hanya dapat membunuh sebagian mikroorganisme patogen namun dapat mempertahankan kandungan nutrisi maupun sifat fisik produk, namun umur simpan produk dengan perlakuan pasteurisasi tergolong lebih pendek jika dibandingkan perlakuan sterilisasi (Ambarsari & Sudaryono, 2013).

3.2. Karakteristik Kimia, Sensori, dan Mikrobiologi Produk Tuna Olahan

Tabel 14. Karakteristik Kimia Tuna Olahan dalam Kaleng

No	Nama Ikan	Pengolahan	Penyimpanan	Kadar Air	Lemak	Protein	pH	Histamin	Sumber
1	Tuna Sirip Kuning	Sterilisasi (121°C, 20 menit) & (115°C, 50 menit)	-	S1 (121°C, 20 menit). <i>Brine</i> :73,49 %. <i>Palm Oil</i> : 55.19%	<i>Brine</i> : 0,30	S1 (121°C, 20 menit) 23,57% (Menurun 1,03%)	-	-	Anwar <i>et al.</i> (2020)
				S2 (115°C, 50 menit). <i>Brine</i> : 69,19%. <i>Palm Oil</i> : 67,22% Menurun 5-13%. Rata-rata: 66,27%	<i>Palm Oil</i> : 10,6	S2 (115°C, 50 menit) 13,32% (Menurun 11,28%)	-	-	
2	Tuna Sirip Kuning (<i>Thunnus albacares</i>)	HPTS 115 °C dan 28 menit 600 MPa	-	-	<i>Brine</i> : 1,9 <i>Sunflower Oil</i> :10,8	<i>Brine</i> : 26,2 <i>Sunflower Oil</i> : 25	-	-	Mesías <i>et al.</i> (2015)

No	Nama Ikan	Pengolahan	Penyimpanan	Kadar Air	Lemak	Protein	pH	Histamin	Sumber
3	Tuna	Sterilisasi	-	-	-	-	-	<i>Frozen storage step: 2,25</i> <i>Cutting step: 2,45</i> <i>Peeling step: 0,00</i> <i>Sterilizing: 0,00</i>	Lopez-Sabater <i>et al.</i> (1994)
4	Tuna	Sterilisasi	-	Meningkat 3,27%	Menurun 3,98%	Terjadi Perubahan Signifikan	Terjadi Perubahan Signifikan		Márquez <i>et al.</i> (2006)
5	Tuna	Sterilisasi : <i>Pressure Canner</i> (sterilisasi 121°C, 20 menit) & (sterilisasi 115°C, 50 menit)	-	-	-	-	pH <i>Brine</i> (sterilisasi 121°C, 20 menit): 5,90; (sterilisasi 115°C, 50 menit): 5,88	Tuna Segar: 4 mg/kg	Anwar <i>et al.</i> (2021)

No	Nama Ikan	Pengolahan	Penyimpanan	Kadar Air	Lemak	Protein	pH	Histamin	Sumber
							pH <i>Palm Oil</i> (sterilisasi 121°C, 20 menit): 5,94; (sterilisasi 115°C, 50 menit): 5,92		
6	Tuna	HVFS dan pengalengan retort	Suhu ruang (20-25°C)	HVFS 61,52%	HVFS 7,19%	HVFS 29,73%	-	-	Seet <i>et al.</i> (1983)
				<i>Still-retorted</i> 64,78%	<i>Still-retorted</i> 10,05%	<i>Still-retorted</i> 23,74%			
7	Tuna	-	-	SC1: 58,36%	SC1: 31,09%	SC1: 31,32%	-	-	García <i>et al.</i> (1994)
				BC1: 58,29%	BC1: 31,32%				
				SC 3: 56,58%	SC 3: 32,95%				
				BC3: 55,72%	BC3: 33,64%				

No	Nama Ikan	Pengolahan	Penyimpanan	Kadar Air	Lemak	Protein	pH	Histamin	Sumber
8	Tuna	-	-	-	Brine: Total Lipid 0 bulan: 1,09% 12 bulan :1,21% Meningkat 0,12%	-	-	-	Siriamornpun <i>et al.</i> (2008)
	Tuna	-	-	-	Brine: FFA: 0 bulan: 7,54%; 12 bulan: 5,40% Menurun: 2,14%	Lisin: Menurun 20%	-	-	Taguchi <i>et al.</i> (1982)

Keterangan:

- : Tidak dijelaskan

HPTS : *High Pressure Thermal Sterilization*

HVFS : *High Vacuum Flame Sterilizing*

S1 : Sterilisasi dengan suhu 121°C, 20 menit

S2 : Sterilisasi dengan suhu 115°C, 50 menit

SCI: Tuna kukus kaleng dengan *soybean oil* dan disimpan selama 1 tahun

BCI: Tuna dimasak dalam air garam, kalengan dengan *soybean oil* dan disimpan selama 1 tahun

Karakteristik kimia diukur secara objektif dari nilai gizi atau kandungan dalam suatu produk. Produk tuna olahan memiliki beberapa karakteristik kimia yang dapat diukur antara lain seperti kadar air, protein, lemak, pH, maupun histamin. Pada produk tuna olahan, terdapat beberapa data perubahan kualitas kimia untuk produk tuna olahan yang dikemas dengan pengemas kaleng dengan berbagai kondisi pengolahan dan penyimpanan yang dapat dilihat pada Tabel 14.

Penelitian yang dilakukan oleh Anwar *et al.* (2020), adalah tuna sirip kuning yang diolah dalam pengemasan kaleng yang disterilisasi dengan suhu 121°C selama 20 menit dan 115°C selama 50 menit dalam *brine* dan *palm oil*. Kadar air dengan perlakuan sterilisasi 121°C selama 20 menit dalam *brine* lebih tinggi dibanding dengan sterilisasi 115°C selama 50 menit. Peningkatan kadar air pada tuna olahan kaleng dalam media *brine* dapat disebabkan karena garam dapat meresap dalam daging ikan dan menyerap air karena bahan pangan bersifat higroskopis. Salah satu zat higroskopis tersebut adalah garam. (Santoso, 2014 dikutip dalam Anwar *et al.* 2020). Namun pada *palm oil*, kadar air lebih rendah dengan perlakuan sterilisasi 121°C selama 20 menit. Menurut Mohan *et al.* (2015) dalam Anwar *et al.* (2020), proses *pre-cooking* dan sterilisasi yang melibatkan pemanasan dapat menyebabkan ikan terjadi penurunan kadar air masing-masing 5% dan 11-13%. Semakin tinggi suhu sterilisasi yang digunakan, maka akan semakin menurun kadar air pada tuna. Perlakuan sterilisasi tidak berpengaruh terhadap kandungan lemak pada tuna olahan dalam kaleng. Namun, perbedaan medium memberikan efek pada kandungan lemak tuna olahan dalam kaleng. Lemak pada rendaman *brine* lebih rendah dibanding *palm oil*. Tuna kaleng dalam media minyak lebih memiliki kadar lemak yang tinggi dan dapat menurunkan kadar airnya. Sedangkan kadar protein dengan sterilisasi suhu 115°C selama 50 menit lebih rendah dibanding sterilisasi 121°C selama 20 menit. Perlakuan sterilisasi pada waktu yang lebih lama dapat menurunkan kadar protein karena dapat terjadi denaturasi protein. Protein yang hilang dapat disebabkan oleh 3 faktor yaitu tahap *pre-cooking*, difusi ke dalam cairan, ataupun destruksi panas selama proses thermal (Bindu *et al.* 2014 dikutip dalam Anwar *et al.* 2020). Namun kandungan protein ikan kaleng juga dapat meningkat selama penyimpanan atau proses thermal dalam kaleng karena penurunan kadar air (Morsy, 2016 dikutip dalam Anwar 2020). Namun jika dibandingkan dengan USDA (2019), kadar air, lemak dan protein tuna olahan dalam *brine*

secara berurutan adalah 73,2; 2,97; dan 23,6 sedangkan pada tuna olahan dalam *oil* secara berurutan adalah 64; 8,08; 26,5 sehingga kadar air, lemak dan protein tuna olahan dengan pengemas kaleng pada penelitian Anwar *et al.*, (2020) masih tidak terlalu jauh dengan standar pada USDA. Sehingga perlakuan sterilisasi tidak berpengaruh nyata terhadap perubahan kualitas kimia tuna olahan.

Pada penelitian Mesias *et al.* (2015), juga mengenai jenis tuna sirip kuning yang diolah dengan perlakuan HPTS 115 °C dan 28 menit 600 MPa dalam kaleng yang direndam dalam *brine* memiliki kadar lemak lebih rendah dibanding rendaman *sunflower oil*, namun kadar protein dalam rendaman *brine* lebih tinggi dibanding rendaman *sunflower oil*. Hal ini dapat disebabkan karena penambahan rendaman *sunflower oil* memberikan kadar lemak yang lebih tinggi dibandingkan perendaman dengan air garam saja. Perlakuan HPTS sedikit berbeda dengan perlakuan sterilisasi. Perlakuan HPTS merupakan gabungan antara perlakuan *thermal* dan *non thermal*. *High Pressure* merupakan proses *non thermal* dengan pengolahan tekanan tinggi untuk menginaktivasi mikroba sehingga dapat meningkatkan mutu produk karena perubahan produk dengan perlakuan *high pressure* memiliki perubahan yang sangat minimal jika dibandingkan dengan proses *thermal* pada umumnya seperti sterilisasi. Perlakuan *high pressure* dapat menghasilkan produk yang lebih segar dan tetap mempertahankan kenampakan produk serta mampu meningkatkan umur simpan dan tetap mempertahankan kandungan gizi pada produk pangan serta kualitas produk dengan menginaktivasi mikroorganisme, juga mendenaturasi enzim tetapi tetap mempertahankan karakteristik organoleptik pada produk (Sobari, 2019).

Menurut Irianto (2008), kandungan lemak pada ikan tuna dari yang paling tinggi ke terendah adalah *bluefin tuna*, *bigeye tuna*, *yellowfin tuna*, dan *albacore*. Sehingga perbedaan jenis tuna olahan dalam kaleng dapat memberikan karakteristik kimia yang berbeda-beda pula. Selain itu juga bergantung pada teknik pemrosesan yang digunakan pada tuna olahan dalam kaleng. Semakin tinggi kandungan lemak pada ikan tuna, maka akan menyebabkan semakin mudahnya untuk terjadi resiko oksidasi lipid.

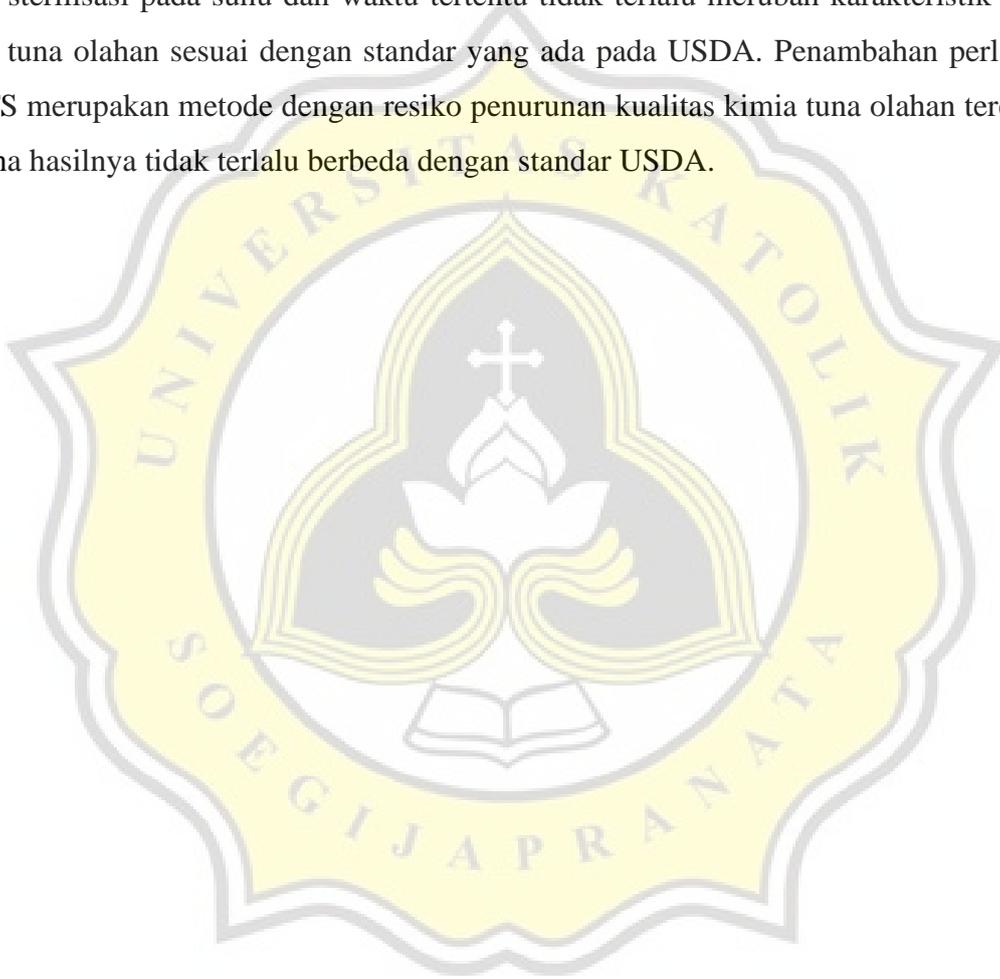
Sedangkan dalam penelitian Lopez-Sabater *et al.* (1994) kadar histamin pada proses pengolahan tuna olahan yang dikemas kaleng paling tinggi pada saat proses pemotongan yaitu sebesar 2,45 ppm dan kadar histamin menurun menjadi 0 ppm setelah perlakuan sterilisasi. Namun kadar histamin pada berbagai tahap masih dibawah standar FDA (2021) yaitu 50 ppm. Lalu penelitian oleh Marquez *et al.* (2006), menyatakan bahwa tuna kaleng yang disterilisasi memiliki kadar lemak yang meningkat 3,27%, kadar protein menurun 3,98% , pH dan histamin tidak terjadi perubahan yang signifikan. Penurunan kadar protein dapat terjadi karena terdenaturasi selama proses sterilisasi.

Penelitian oleh Anwar *et al.* (2021), tuna dalam kaleng yang disterilisasi pada suhu 121°C selama 20 menit maupun suhu 115°C selama 50 menit dengan rendaman *brine* memiliki pH lebih rendah dari rendaman *palm oil* namun tidak berbeda secara signifikan. Perubahan pH pada produk ikan dapat disebabkan karena faktor lama penyimpanan dan komposisi dalam produk. Waktu sterilisasi memberikan nilai pH yang berbeda, begitupula suhu sterilisasi dapat menyebabkan penurunan pH (Jannah *et al.* 2018 dikutip dalam Anwar *et al.* 2021). pH ikan setelah diolah mengalami penurunan jika dibandingkan dengan pH ikan yang mendekati 7 saat masih hidup dan menjadi 6-7 ketika sudah mati. Selanjutnya pada penelitian Seet *et al.* (1983) tuna kaleng yang disimpan pada suhu ruang dengan perlakuan HVFS memiliki kadar air dan lemak lebih rendah dengan perlakuan *still retorted*, namun kadar protein dengan HVFS lebih tinggi. Sehingga perlakuan HVFS mengurangi kadar air dan lemak, namun meningkatkan kadar proteinnya. Namun berdasarkan uji statistik, tidak ada perbedaan signifikan terhadap kadar lemak berbagai perlakuan dan signifikan berbeda pada kadar air yang lebih rendah pada perlakuan HVFS dan protein yang lebih tinggi pada perlakuan HVFS. Hal ini berbeda dengan perlakuan sterilisasi biasa oleh Anwar *et al.* (2020) dan Marquez *et al.* (2006) yang memiliki hasil penurunan pada kadar proteinnya.

Kemudian pada penelitian oleh Taguchi *et al.* (1982), tuna kaleng yang disimpan pada suhu kamar terjadi peningkatan kadar lemak selama 4 tahun dan kadar lisin yang menurun sebesar 20%. Kandungan lisin merupakan indikator kualitas protein. Penurunan kadar lisin dapat disebabkan karena reaksi maillard yang dipercepat oleh pemanasan. Hal ini dapat disebabkan karena perembesan minyak ke dalam daging tuna bahkan tetap

berlangsung setelah penyimpanan 7-10 tahun. Dan penelitian oleh Siriamompun *et al.* (2008), menunjukkan hasil total lipid pada tuna kaleng dalam rendaman *brine* yang disimpan selama 12 bulan meningkat 0,12% dan kandungan FFA yang menurun 2,14% setelah penyimpanan 12 bulan.

Berdasarkan beberapa data kualitas kimia tuna olahan dalam kaleng dengan berbagai macam pengolahan dan penyimpanan, maka dapat terlihat bahwa perlakuan berbagai jenis sterilisasi pada suhu dan waktu tertentu tidak terlalu merubah karakteristik kimia pada tuna olahan sesuai dengan standar yang ada pada USDA. Penambahan perlakuan HVFS merupakan metode dengan resiko penurunan kualitas kimia tuna olahan terendah karena hasilnya tidak terlalu berbeda dengan standar USDA.



Tabel 15. Karakteristik Sensori Tuna Olahan dalam Kaleng

No	Nama Ikan	Pengolahan	Penyimpanan	Bau	Tekstur	Rasa	Warna	Sumber
1	Tuna	HVFS dan pengalengan retort	Suhu ruang (20-25°C)	-	Berbeda signifikan. HVFS: tekstur lebih kencang	-	HVFS: Mirip dengan warna tuna segar yang dimasak sebelumnya. Tidak ada perubahan.	Seet <i>et al.</i> (1983)
2	Tuna	Sterilisasi : <i>Pressure Canner</i> (sterilisasi 121°C, 20 menit) & (sterilisasi 115°C, 50 menit)	-	Sterilisasi 121°C 20 menit; <i>Brine</i> : 3,52 (suka) Sterilisasi 115°C 50 menit; <i>Brine</i> : 3,09 (netral) Semua perlakuan tidak berpengaruh nyata (netral)	Semua perlakuan tidak berpengaruh nyata. 3,37-3,87 (netral-suka)	<i>Brine</i> : 3,28 <i>Palm Oil</i> : 3,08	<i>Brine</i> : 3,34 <i>Palm Oil</i> : 3,68	Anwar <i>et al.</i> (2021)
3	Tuna	-	Suhu kamar	-	-	-	Minyak Salad: Kuning Kecoklatan	Taguchi <i>et al.</i> (1982)

Keterangan:

- : Tidak dijelaskan

HVFS : *High Vacuum Flame Sterilizing*

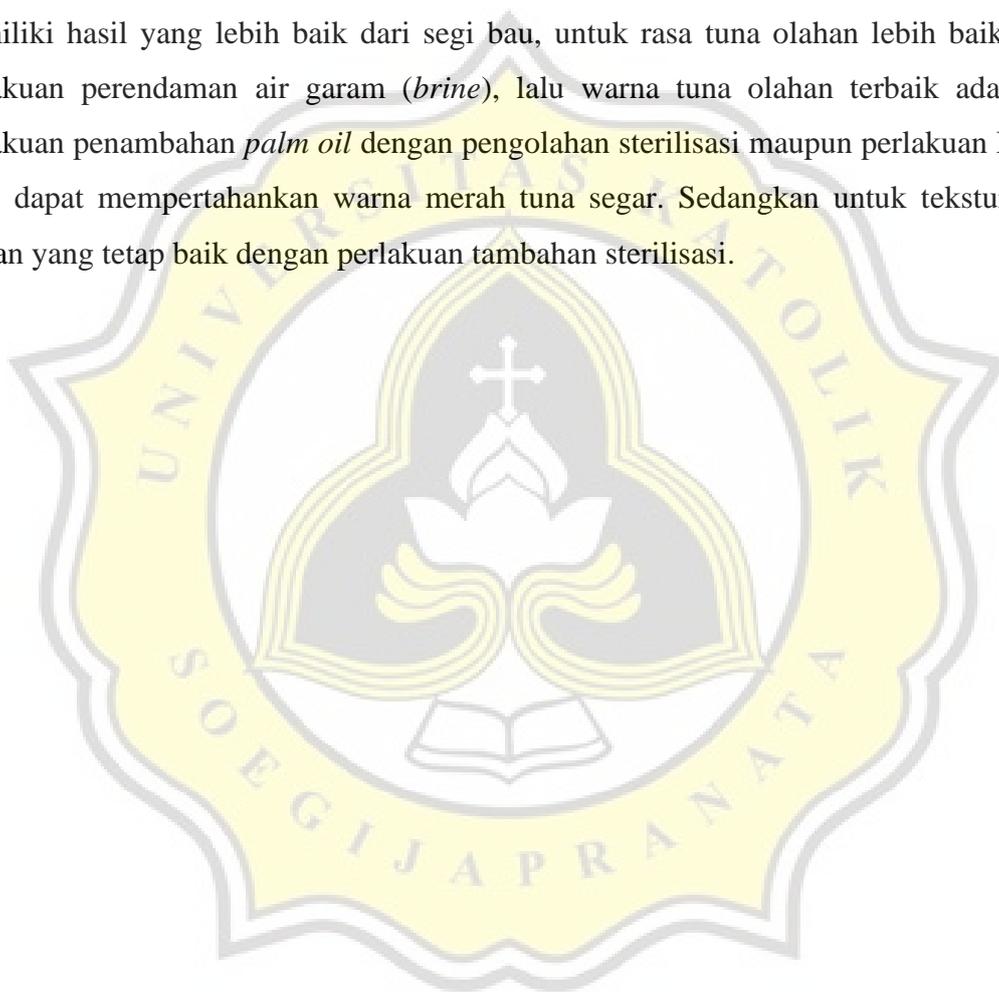
Karakteristik sensori pada produk tuna olahan dapat dinilai melalui beberapa aspek seperti aroma/bau, rasa, tekstur maupun warna. Pada Tabel 15. diatas terdapat beberapa data perubahan kualitas sensori untuk produk tuna olahan yang dikemas dengan kaleng dengan berbagai kondisi pengolahan dan penyimpanan.

Pada penelitian oleh Seet *et al.* (1983), tuna kaleng dengan pengolahan HVFS dan pengalengan retort yang disimpan dalam suhu ruang memiliki tekstur yang berbeda secara signifikan, Perlakuan HVFS memberikan tekstur lebih kencang tetapi tidak mengganggu. Namun, perlakuan HVFS pada tuna olahan dalam kaleng memiliki keunggulan yaitu pada parameter warna yang tetap mirip dengan tuna segar karena tidak terjadi perubahan. Maka, penambahan perlakuan HVFS hanya memiliki kelemahan pada hasil akhir tekstur tuna olahan yang lebih kencang tetapi tidak terlalu mengganggu, serta tidak berpengaruh pada perubahan warnanya. Hal ini dikarenakan teknik *flame sterilizing* (FS) dilakukan dengan memutar kaleng dengan cepat di atas pembakaran api gas. Selain itu teknik *flame sterilizing* memiliki keunggulan pada produk tertentu seperti untuk pengalengan makanan. FS mampu mensterilkan koktail buah kalengan, buah persik, tomat kupas utuh dan lain lain yang dapat memberikan produk yang lebih unggul daripada produk olahan konvensional. *High Vacuum Flame Sterilizing* (HVFS) merupakan konsep kemasan dengan volume cairan penutup yang ada pada makanan kaleng dikurangi atau dihilangkan untuk menghasilkan produk berkualitas tinggi (Seet *et al.*, 1983).

Pada penelitian Anwar *et al.* (2021), tuna kaleng yang disterilisasi dengan suhu 121°C selama 20 menit pada rendaman *brine* memiliki skor aroma yang lebih disukai dibanding dengan perlakuan sterilisasi 115°C selama 50 menit, namun pada semua perlakuan tidak berpengaruh nyata untuk penilaian aroma. Hasil akhir aroma tuna kaleng berdasarkan SNI 8223:2016 adalah seperti aroma ikan asap. Tekstur seluruh perlakuan juga tidak berpengaruh nyata dengan skor 3,37-3,87 (netral-suka). Pada penilaian rasa, tuna yang direndam dalam *brine* memiliki skor lebih tinggi, namun untuk skor warna lebih tinggi pada perlakuan rendaman *palm oil*. Hal ini dapat disebabkan karena tuna olahan dalam rendaman *brine* memiliki rasa asin sedangkan pada rendaman *palm oil* memiliki rasa yang hambar. Warna pada ikan tuna segar dengan ikan yang telah disterilisasi terdapat perbedaan. Tuna segar memiliki warna merah gelap dan jika disterilisasi membuat warna berubah menjadi putih pucat karena proses *thermal*. Selain itu pemberian medium *palm oil* memberikan warna yang lebih menarik karena berwarna kuning keemasan. Hal ini

sama dengan penelitian oleh Taguchi *et al.* (1982), tuna kaleng setelah disimpan dalam suhu kamar dengan rendaman minyak salad berubah warna menjadi kuning kecoklatan. Namun jika dibandingkan dengan SNI untuk skor minimal nilai organoleptik tuna olahan adalah 7. Terdapat perbedaan hasil yang jauh, hal ini dapat terjadi karena skala penilaian sensori yang berbeda pada setiap penelitian. Pada penelitian Anwar *et al.*, (2021), skala penilaian yang digunakan adalah 0-4.

Berdasarkan beberapa penelitian tersebut, perlakuan sterilisasi pada suhu 121°C 20 menit memiliki hasil yang lebih baik dari segi bau, untuk rasa tuna olahan lebih baik pada perlakuan perendaman air garam (*brine*), lalu warna tuna olahan terbaik ada pada perlakuan penambahan *palm oil* dengan pengolahan sterilisasi maupun perlakuan HVFS yang dapat mempertahankan warna merah tuna segar. Sedangkan untuk tekstur tuna olahan yang tetap baik dengan perlakuan tambahan sterilisasi.



Tabel 16. Karakteristik Mikrobiologi Tuna Olahan dalam Kaleng

No	Nama Ikan	Pengolahan	Penyimpanan	Bakteri	Yeast	Fungi	Umur Simpan	Sumber
1	Tuna Sirip Kuning	Sterilisasi (121°C, 20 menit) & (115°C, 50 menit)	-	Spora Bakteri Pembusuk. <i>Brine < Palm Oil</i>	-	-	-	Anwar <i>et al.</i> (2020)
2	Tuna	Sterilisasi	-	Pemasakan : Menurunkan semua kelompok bakteri yang diteliti	-	-	-	Lopez-Sabater <i>et al.</i> (1994)
3	Tuna (<i>Thunnus spp.</i>)	Sterilisasi dengan 70% etanol	Pendinginan 4°C (2-3 minggu)	Penyimpanan suhu kamar 1 minggu > Penyimpanan refrigerator 4°C 2-3 minggu	-	-	-	Mahamudin <i>et al.</i> (2016)
4	Tuna	Sterilisasi: <i>Pressure Canner</i> (121°C, 20 menit) & (115°C, 50 menit)	-	ALT <i>Brine</i> (Sterilisasi 121°C, 20 menit): 0 cfu/g; (Sterilisasi 115°C, 50 menit): < 1 x 10 ¹ cfu/g	-	-	-	Anwar <i>et al.</i> (2021)

No	Nama Ikan	Pengolahan	Penyimpanan	Bakteri	Yeast	Fungi	Umur Simpan	Sumber
				ALT <i>Palm Oil</i> (Sterilisasi 121°C, 20 menit): 0 cfu/g ;(Sterilisasi 115°C, 50 menit): < 1 x 10 ¹ cfu/g				
5	Tuna	Sterilisasi 115°C, 90 menit	-	-	-	-	1-3 tahun	García <i>et al.</i> (1994)
							Tuna kalengan dalam <i>brine</i> tidak boleh disimpan lebih dari 6 bulan	Siriamornpun <i>et al.</i> (2008)

Keterangan:

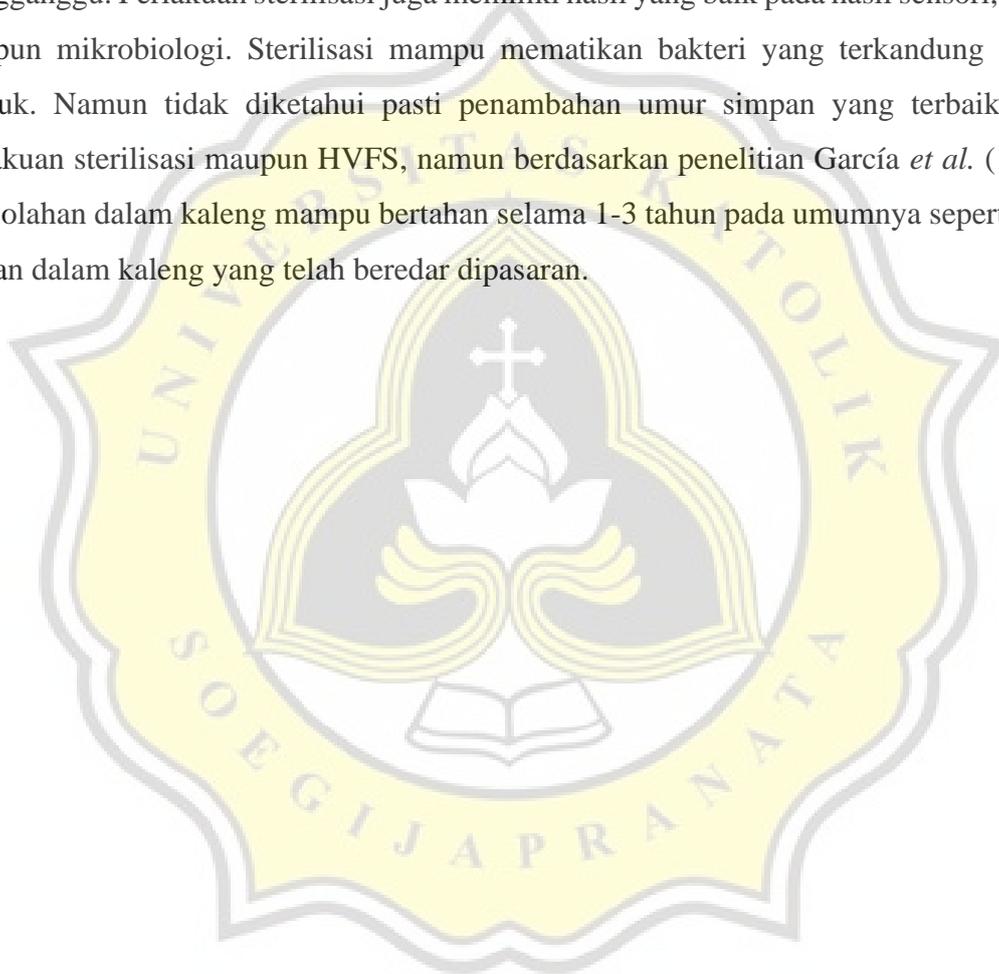
- : Tidak dijelaskan
ALT : Angka Lempeng Total

Pada Tabel 16. diatas terdapat beberapa data perubahan kualitas mikrobiologi tuna olahan yang dikemas dengan kaleng dengan berbagai kondisi pengolahan dan penyimpanan. Pada penelitian Anwar *et al.* (2020), spora bakteri pembusuk pada tuna sterilisasi yang direndaman *brine* lebih kecil dibanding rendaman *palm oil*. Hal ini terjadi karena waktu penetrasi panas F_0 untuk tuna kaleng dalam *brine* lebih lama dibanding tuna kaleng dalam *palm oil*. Penetrasi panas yang lebih baik dapat lebih cepat mencapai suhu penahanan dan diharapkan tuna olahan dalam *brine* memiliki jumlah spora bakteri pembusuk yang lebih rendah. Penelitian oleh Lopez-Sabater *et al.* (1994), tuna kaleng selama pemasakan dan proses sterilisasi menurunkan semua kelompok bakteri yang diteliti. Penambahan perlakuan sterilisasi dengan suhu tinggi mampu membunuh seluruh jasad renik seperti bakteri, mikroba patogen serta spora pada produk kaleng (Wulandari *et al.*, 2009).

Berdasarkan penelitian oleh Mahmudin *et al.* (2016), tuna kaleng yang disterilisasi dan disimpan dengan suhu 4°C selama 2-3 minggu memiliki hasil pertumbuhan bakteri yang lebih rendah daripada penyimpanan suhu kamar. Menurut Siburian *et al.* (2012), proses pendinginan dapat mengurangi atau menghentikan aktivitas mikroorganisme yang dapat menyebabkan pembusukan. Penelitian Anwar *et al.* (2021), tuna kaleng dengan perlakuan sterilisasi 121°C selama 20 menit pada rendaman *brine* maupun *palm oil* menghasilkan total ALT 0 cfu/g yang berarti sterilisasi membunuh seluruh bakteri yang ada dalam produk sehingga tidak terdeteksi. Hal ini juga sesuai dengan teori Wulandari *et al.* (2009) yang mengatakan bahwa sterilisasi mampu membunuh seluruh jasad renik. Lalu penelitian oleh Garcia *et al.* (1994) mengatakan tuna kaleng memiliki umur simpan 1-3 tahun dan penelitian Siriamompun *et al.* (2008), mengatakan pula bahwa tuna dalam kaleng rendaman *brine* tidak boleh disimpan lebih dari 6 bulan dengan pertimbangan stabilitas asam lemak n-3 yang tetap baik.

Perlakuan sterilisasi pada tuna olahan dalam kaleng dapat diketahui dalam beberapa penelitian diatas, yang dapat diketahui bahwa perlakuan sterilisasi mampu menghambat pertumbuhan bakteri. Namun tidak terdapat penelitian yang menyatakan adanya pertumbuhan fungi dan yeast karena produk tuna olahan yang dikemas dalam kaleng dapat menahan kelembaban atau uap air dari lingkungan penyimpanannya. Karena salah satu faktor yang mempercepat pertumbuhan fungi atau yeast adalah kelembaban yang tinggi minimal 70% (Usuman & Fitriyaningsih, 2011).

Berdasarkan karakteristik kimia, sensori maupun mikrobiologi tuna olahan yang dikemas dalam kaleng dengan berbagai pengolahan dan penyimpanan, maka beberapa upaya peningkatan umur simpan dan keamanan pangan yang terbaik tanpa mengurangi kualitas dari masing-masing komponen kimia, sensori maupun mikrobiologinya adalah dengan penambahan perlakuan HVFS seperti pada penelitian Seet *et al.* (1983) karena hasil sensori maupun kimianya menunjukkan hasil yang tetap baik dan sesuai standar, meskipun terdapat kekurangan karena tekstur akhir yang lebih kencang namun tidak terlalu mengganggu. Perlakuan sterilisasi juga memiliki hasil yang baik pada hasil sensori, kimia maupun mikrobiologi. Sterilisasi mampu mematikan bakteri yang terkandung dalam produk. Namun tidak diketahui pasti penambahan umur simpan yang terbaik pada perlakuan sterilisasi maupun HVFS, namun berdasarkan penelitian García *et al.* (1994), tuna olahan dalam kaleng mampu bertahan selama 1-3 tahun pada umumnya seperti tuna olahan dalam kaleng yang telah beredar dipasaran.



3.3. Karakteristik Kimia, Sensori, dan Mikrobiologi Produk Sashimi

Tabel 17. Karakteristik Kimia Sashimi

No	Nama Ikan	Jenis Ikan	Pengolahan	Pengemasan	Penyimpanan	Kadar Air	Lemak	Protein	pH	Histamin	Sumber
1	Tuna Sirip Kuning (<i>Thunnus albacares</i>)	Ikan Laut	-	Vakum	Penyimpanan suhu 0-2°C (15 hari)	-	-	-	-	Penyimpanan hari 1-7 tidak terjadi perubahan signifikan. Penyimpanan 7-15 terjadi perubahan signifikan : max 14,24 ppm	Hansamali <i>et al.</i> (2020)
2	Tilapia dan Silver carp	Ikan Laut	Iradiasi Gamma 1.0 kGy at 2-4°C	-	Penyimpanan suhu 1°C (5 hari)	77,14 g/kg dan 77,8 g/kg	2,42 g/kg dan 2,59 g/kg	18,31 g/kg dan 17,9 g/kg	-	-	Liu <i>et al.</i> (1991)
3	Tuna Sirip Kuning (<i>Thunnus albacares</i>)	Ikan Laut	Iradiasi Gamma 0-5 kGy	PP (Polyethylene)	-	-	-	-	-	Hasil histamin terdeteksi menurun seiring dengan peningkatan dosis iradiasi	Bu <i>et al.</i> (2017)
4	Tuna Sirip Kuning (<i>Thunnus albacares</i>)	Ikan Laut	-	Clean Plastic Bag	Penyimpanan suhu 0°C, 8°C, dan 20°C (1-3 hari)	-	-	-	-	Pengurangan jumlah histamin diamati di selama penyimpanan pada suhu 0°C	Guizani <i>et al.</i> (2004)

No	Nama Ikan	Jenis Ikan	Pengolahan	Pengemasan	Penyimpanan	Kadar Air	Lemak	Protein	pH	Histamin	Sumber
5	Tuna Sirip Kuning (<i>Thunnus albacares</i>).	Ikan Laut	-	<i>Modified Atmosphere Packaging</i> (40% CO ₂ /60% O ₂)	Penyimpanan suhu 1°C	-	-	-	6,1-6,4	Hasil histamin terdeteksi meningkat seiring dengan meningkatnya waktu penyimpanan	Emborg <i>et al.</i> (2004)
6	Bluefin tuna (<i>Thunnus thynnus</i>)	Ikan Laut	-	<i>Modified Atmosphere Packaging</i> (60% O ₂ - 40% CO ₂ ; 100% N ₂)	Penyimpanan suhu 3°C (9hari)	-	-	-	5,60	-	Torrieri <i>et al.</i> (2011)

Keterangan:

- : Tidak dijelaskan

Karakteristik kimia diukur secara objektif dari nilai gizi atau kandungan dalam suatu produk. Produk sashimi memiliki beberapa karakteristik kimia yang dapat diukur antara lain seperti kadar air, protein, lemak, maupun histamin. Karakteristik kimia produk sashimi pada Tabel 17. diatas terdapat beberapa data perubahan kualitas kimia untuk produk sashimi yang dengan berbagai kondisi pengolahan, pengemasan, penyimpanan serta berbagai macam ikan. Pada penelitian Hansamali *et al.* (2020), sashimi tuna dengan pengemasan vakum dan penyimpanan suhu 0-2°C, kadar histamin pada penyimpanan hari 1-7 tidak terjadi perubahan signifikan dan pada penyimpanan hari 7-15 terjadi perubahan signifikan: maksimal 14,24 ppm atau 14,24 mg/kg. Berdasarkan Standar Nasional Indonesia 2693 : 2014 tentang persyaratan mutu dan keamanan tuna segar untuk sashimi kadar histamin maksimal pada ikan tuna segar untuk sashimi adalah 50 mg/kg. Sehingga pada penelitian Hansamali *et al.* (2020), pengemasan vakum dan penyimpanan suhu 0-2°C dapat menekan peningkatan kadar histamin dan sampai hari ke 15 penyimpanan kadar histamin masih dibawah batas maksimal histamin menurut SNI.

Pada penelitian Sai *et al.* (1991), sashimi tilapia dan silver carp pada penyimpanan suhu 1°C dan perlakuan iradiasi 1 kGy masing-masing memiliki kadar air 77,14 g/kg dan 77,8 g/kg, kadar lemak 24,2 g/kg dan 25,9 g/kg dan kadar protein 18,31 g/kg dan 17,9 g/kg. Berdasarkan USDA (2018), tuna sashimi memiliki kadar air 74,03; kadar lemak 0,49; dan kadar protein 24,4. Jika dibandingkan antara standar ikan tuna untuk sashimi dengan penelitian sashimi tilapia dan silver carp dengan perlakuan iradiasi dan penyimpanan suhu 1°C tidak terlalu berbeda jauh, namun untuk kadar lemak terlihat sangat berbeda. Hal tersebut dapat disebabkan karena perbedaan kadar lemak jenis ikan untuk sashimi. Menurut Irianto (2008), kandungan lemak pada ikan tuna dari yang paling tinggi ke terendah adalah *bluefin tuna*, *bigeye tuna*, *yellowfin tuna*, dan *albacore*.

Iradiasi dalam produk pangan menyebabkan protein yang terkandung dalam bahan akan terinduksi radikal, yang didukung pula dengan panas/cahaya dan oksigen dan dapat menghasilkan hidroperoksida. Hal tersebut hampir sama dengan reaksi oksidasi akibat paparan dari sinar matahari. Proses iradiasi akan mengakibatkan reaksi hidrolisis yang membuat lemak berubah menjadi asam lemak bebas dan gliserol. Reaksi tersebut dapat menyebabkan kerusakan lemak karena terdapat air didalam lemak dan menyebabkan bau tengik pada produk (Patterson & Stevenson, 1995; Jo, 1999).

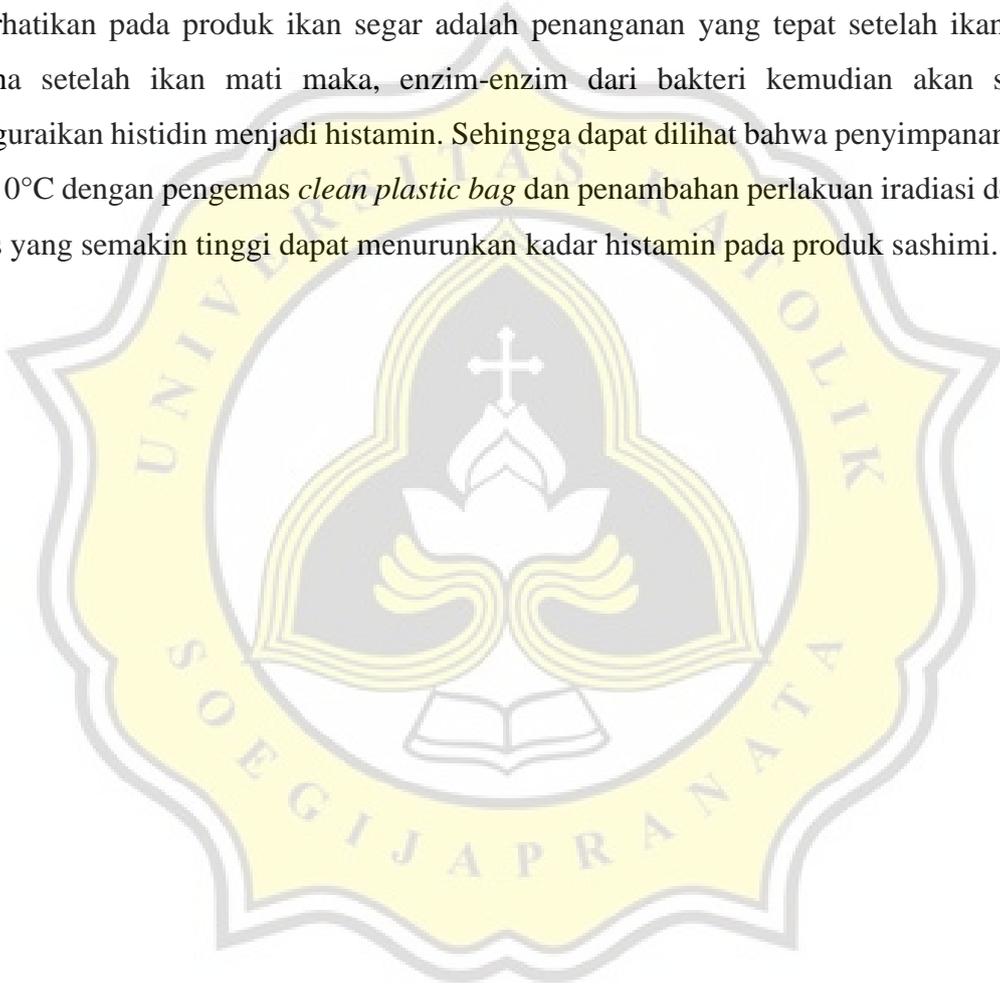
Pada penelitian Bu *et al.* (2017), sashimi tuna dengan pengemas PP memiliki kadar histamin yang terdeteksi menurun seiring dengan peningkatan dosis iradiasi. Maka dapat diketahui bahwa semakin tinggi dosis iradiasi, maka kadar histamin pada sashimi akan menurun. Menurut Irianto (2008), daging tuna memiliki asam amino histidin yang cukup tinggi sehingga setelah ikan mati, enzim-enzim dari bakteri kemudian akan menguraikan histidin menjadi histamin. Sehingga dapat diketahui bahwa perlakuan iradiasi mampu menurunkan kadar histamin pada tuna.

Pada penelitian Guizani *et al.* (2004), sashimi tuna dengan penyimpanan suhu 0,8,20°C selama 3 hari dengan pengemas *clean plastic bag* terdapat pengurangan jumlah histamin diamati di seluruh penyimpanan sampai hari ke 17 dan masih berada di bawah standar FDA. Pada suhu 8°C dan 20°C, pembentukan histamin meningkat seiring bertambahnya waktu penyimpanan dan hanya dapat dipertahankan sampai 4 hari dan 1 hari. Sedangkan pada penyimpanan suhu 0°C terbukti efektif dalam menekan produksi histamin, Dari penelitian Guizani *et al.* (2004) juga dapat diketahui bahwa penyimpanan suhu 0°C dengan pengemas plastik dapat menekan produksi histaminnya. Pada penelitian Emborg *et al.* (2004), sashimi tuna yang dikemas secara vakum dan MAP dengan penyimpanan suhu 1°C memiliki pH 6,1-6,4 dan histamin terdeteksi meningkat seiring dengan meningkatnya waktu penyimpanan. Terdapat perbedaan antara penelitian Emborg *et al.* (2004) yang menyatakan histamin meningkat seiring bertambahnya waktu penyimpanan pada suhu 1°C namun pada penelitian Guizani *et al.* (2004) kadar histamin mengalami penurunan pada penyimpanan suhu 0°C. Hal ini dapat terjadi karena perbedaan jenis pengemas ataupun kondisi suhu penyimpanan. Menurut Irianto (2008), daging tuna memiliki asam amino histidin yang cukup tinggi sehingga setelah ikan mati, enzim-enzim dari bakteri kemudian akan menguraikan histidin menjadi histamin. Konsumsi produk dengan kadar histamin yang melebihi ambang batas dapat menyebabkan keracunan pada konsumen. Penanganan terbaik untuk mencegah terbentuknya histamin adalah dengan pendinginan ikan secepatnya setelah ikan ditangkap dan tetap menjaga suhu penyimpanan ikan agar tetap dingin. Produksi histamin pada ikan akan berlangsung sangat cepat jika berada pada suhu tinggi, namun akan melambat jika berada pada suhu dibawah 4,5°C.

Pada hasil penelitian oleh Torrieri *et al.* (2011), pada sashimi tuna yang disimpan pada suhu 3°C dan pengemas MAP memiliki pH 5,60. Berdasarkan penelitian Torrieri *et al.* (2011) dan Emborg *et al.* (2004) pH sashimi dengan pengemas MAP akan semakin

rendah jika disimpan pada suhu yang lebih rendah pula. Nilai pH yang basa pada ikan akan berkorelasi dengan pertumbuhan mikroorganisme pembusuk, protein dan asam amino yang nantinya akan mempengaruhi tingkat akumulasi metabolit dan menandakan bahwa ikan sudah tidak segar. pH daging ikan biasanya berkisar antara 7-7,5, namun pada ikan tuna pH dapat mencapai pH dibawah 5,5 (Haard, 2002).

Dalam penelitian produk sashimi, kualitas kimia hanya terpusat pada kadar histaminnya karena produk sashimi merupakan produk ikan segar. Hal terpenting yang harus diperhatikan pada produk ikan segar adalah penanganan yang tepat setelah ikan mati karena setelah ikan mati maka, enzim-enzim dari bakteri kemudian akan segera menguraikan histidin menjadi histamin. Sehingga dapat dilihat bahwa penyimpanan pada suhu 0°C dengan pengemas *clean plastic bag* dan penambahan perlakuan iradiasi dengan dosis yang semakin tinggi dapat menurunkan kadar histamin pada produk sashimi.



Tabel 18. Karakteristik Sensori Sashimi

No	Nama Ikan	Jenis Ikan	Pengolahan	Pengemasan	Penyimpanan	Bau	Tekstur	Rasa	Warna	Sumber
1	Tuna Sirip Kuning (<i>Thunnus albacares</i>)	Ikan Laut		Vakum	Penyimpanan suhu 0-2°C (15 hari)	-	-	-	Nilai merah tertinggi : hari ke-1 dan menurun secara signifikan hingga hari ke-7. Setelah hari ke-7-15 nilai merah tidak berubah secara signifikan.	Hansamali <i>et al.</i> (2020)
2	Tilapia dan Silver carp	Ikan Laut	Iradiasi Gamma 1.0 kGy at 2-4°C	-	Penyimpanan suhu 1°C (5 hari)	-	-	-	(Tilapila) b* (6,15) dan (Silver carp) b* (10,43)	Liu <i>et al.</i> (1991)
3	Bluefin tuna (<i>Thunnus thynnus</i>)	Ikan Laut	-	Modified Atmosphere Packaging (60% O ₂ - 40% CO ₂ ; 100% N ₂)	Penyimpanan suhu 3°C (9hari)	-	-	-	Pengemasan MAP 100% N ₂ menunjukkan nilai a* dan nilai b*yang konstan selama penyimpanan	Torrieri <i>et al.</i> (2011)

Keterangan:

- : Tidak dijelaskan

Karakteristik sensori pada produk sashimi dapat dinilai melalui aspek warna. Pada tabel 18. diatas terdapat beberapa data perubahan kualitas sensori untuk produk sashimi dengan berbagai kondisi pengolahan, pengemasan dan penyimpanan serta berbagai macam ikan. Pada penelitian Hansamali *et al.* (2020), sashimi tuna yang dikemas vakum dan disimpan dengan suhu 0-2°C memiliki nilai sensori untuk warna adalah nilai merah tertinggi : hari ke-1 dan menurun secara signifikan hingga hari ke-7. Setelah hari ke-7 nilai merah tidak berubah secara signifikan. Sehingga tidak ada perbedaan yang signifikan dalam nilai warna merah tuna antara hari ke 7-15. Maka penyimpanan suhu rendah terhadap kualitas sensori warna pada sashimi tidak terlalu berpengaruh. Pada penelitian Sai *et al.* (1991), sashimi tilapia dan *silver carp* dengan perlakuan iradiasi 1 kGy dan penyimpanan suhu 1°C selama 5 hari memiliki skor warna untuk tilapila b^* 6.15 dan silver carp b^* 10.43. Tidak ada perbedaan signifikan pada warna ikan yang diberi perlakuan iradiasi dan pada sampel kontrol. Sehingga perlakuan iradiasi tidak begitu berpengaruh terhadap kualitas sensori warna pada ikan. Pada penelitian Torrieri *et al.* (2011), sashimi tuna dengan pengemas MAP dan penyimpanan suhu 3°C memiliki hasil sensori untuk pengemasan MAP 100% N₂ menunjukkan nilai a^* dan nilai b^* yang konstan selama penyimpanan dibandingkan dengan pengemas MAP 60% O₂– 40% CO₂. Hal ini dapat terjadi karena perlakuan MAP 100% N₂ mampu memberi efek perlindungan terhadap terjadinya oksidasi lipid.

Berdasarkan beberapa penelitian mengenai kualitas sensori sashimi, pengemasan vakum dan MAP dapat mempertahankan kualitas warna produk sashimi, dan penyimpanan suhu rendah juga tidak berpengaruh terhadap warna sashimi. Data sensori untuk produk sashimi hanya terpusat pada penilaian warna saja. Hal ini dapat dikarenakan produk sashimi sudah dapat terlihat jelas kualitas dari warnanya dan dapat terlihat pula produk tersebut sudah rusak atau tidak layak dari segi warnanya.

Tabel 19. Karakteristik Mikrobiologi Sashimi

No	Nama Ikan	Jenis Ikan	Pengolahan	Pengemasan	Penyimpanan	Bakteri	Yeast	Fungi	Umur Simpan	Sumber
1	Tuna	Ikan Laut	Iradiasi Gamma Laju dosis 1 kGy/jam (dosis 0; 2; dan 4 kGy)	-	Penyimpanan pada suhu 0°C (1 dan 3 hari)	Dosis 4 kGy menurunkan cemaran ALT dan koliform sebesar ± 3 log	-	-	-	Setyawan <i>et al.</i> (2018)
2	Tuna Sirip Kuning (<i>Thunnus albacares</i>)	Ikan Laut	-	Clean Plastic Bag	Penyimpanan suhu 0°C, 8°C, dan 20°C (1-3 hari)	ALT <i>mesophilic & psychrotrophic aerobic bacteria</i> mengalami peningkatan pada ketiga suhu	-	-	17 hari pada suhu 0°C dan 12 hari pada suhu 8°C&20°C	Guizani <i>et al.</i> (2005)
3	Tuna Sirip Kuning (<i>Thunnus albacares</i>)	Ikan Laut	-	Vakum	Penyimpanan suhu 0-2°C (15 hari)	ALT tertinggi ($1,29 \times 10^4$ cfu/g) hari ke 7 dan ALT terendah ($1,94 \times 10^3$ cfu/g) hari ke 15.	-	-	15 hari (aman dikonsumsi)	Hansamali <i>et al.</i> (2020)
	Salmon	Ikan Laut	-	-	Penyimpanan suhu 4°C (1-2 minggu)	<i>L. monocytogenes</i> pada suhu 4°C selama 7 hari (0,5-1 cfu/g); 4°C selama 14 hari (Tidak terdeteksi dalam 25 gram)	-	-	14 hari	Skjerdal <i>et al.</i> (2014)

No	Nama Ikan	Jenis Ikan	Pengolahan	Pengemasan	Penyimpanan	Bakteri	Yeast	Fungi	Umur Simpan	Sumber
4	Yellowfin tuna (<i>Thunnus albacares</i>).	Ikan Laut	-	Modified Atmosphere Packaging (40% CO ₂ /60% O ₂)	Penyimpanan suhu 1°C	-	-	-	17-21 hari (pengemas MAP dan penyimpanan suhu 1°C)	Emborg <i>et al.</i> (2004)
5	Bluefin tuna (<i>Thunnus thynnus</i>)	Ikan Laut	-	Modified Atmosphere Packaging (60% O ₂ – 40% CO ₂ ; 100% N ₂)	Penyimpanan suhu 3°C (9hari)	<i>Aerobic mesophilic counts</i> awal sebesar 4,2x10 ² CFU/g dan cenderung menurun setelah 9 hari penyimpanan	-	-	Memperpanjang umur simpan produk 2 hari dibanding sampel kontrol, hingga 18 hari pada 3 °C.	Torrieri <i>et al.</i> (2011)
6	Salmon, Tuna	Ikan Laut	-	-	Penyimpanan suhu 0-4°C (Refrigerasi)	<i>Aerobic mesophilic bacteria, psychrophilic bacteria, dan specific spoilage organisms</i> lebih dari 7 log cfu/g; <i>Enterobacteriaceae</i> dan <i>Pseudomonas spp.</i> berkisar antara 6-8 log CFU/g.	-	-	-	Muscolino <i>et al.</i> (2014)

Keterangan:

- : Tidak dijelaskan

ALT : Angka Lempeng Total

Pada tabel 19. diatas terdapat beberapa data perubahan kualitas mikrobiologi untuk produk sashimi dengan berbagai kondisi pengolahan, pengemasan dan penyimpanan serta berbagai macam ikan.

Berdasarkan standar SNI 2693 : 2014 tentang persyaratan mutu dan keamanan tuna segar untuk sashimi, ALT pada sashimi maks. $1,0 \times 10^4$ koloni/g. Pada penelitian Setyawan *et al.* (2018), produk sashimi sebelum dilakukan iradiasi memiliki jumlah ALT $1,7 \times 10^5$ yang berarti telah melewati batas ALT yang ditetapkan oleh SNI. Jumlah cemaran mikroba pada ikan tuna dapat disebabkan karena kesegaran ikan yang telah menurun, peralatan dalam pengolahan yang kurang bersih ataupun kemasan yang telah tercemar. Ikan yang semakin lama disimpan akan mengakibatkan kesegarannya menurun dan berada pada fase *rigor mortis* yang dapat mendegradasi protein, lemak maupun karbohidrat oleh enzim intraseluler yang dapat menyebabkan mikroorganisme dapat cepat berkembang (Lie, 2008 dikutip dalam Setyawan *et al.* 2018). Namun setelah dilakukan perlakuan iradiasi gamma dengan dosis 4 kGy memiliki hasil terbaik dibandingkan dengan dosis 2 kGy karena membuat nilai ALT pada tuna menjadi $0,00 \times 10^0$ yang berarti menghilangkan seluruh jumlah cemaran bakteri pada tuna. Selain itu, menurut IAEA (2015), iradiasi pada produk pangan bertujuan untuk membunuh mikroorganisme maupun serangga. Sehingga produk lebih baik dapat dikemas terlebih dahulu agar dapat melindungi produk dari kemungkinan kontaminasi ulang.

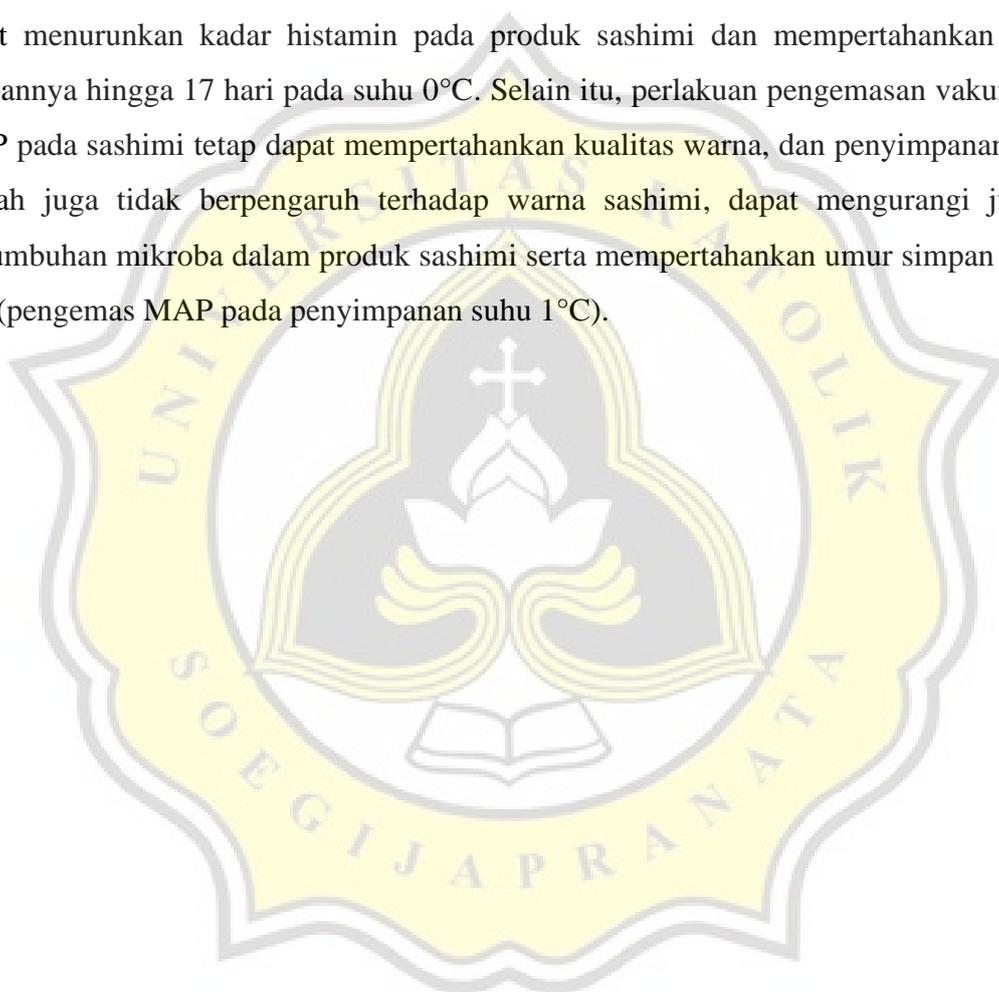
Pada penelitian Guizani *et al.* (2005), ikan tuna dengan penyimpanan suhu 0°C , 8°C , dan 20°C yang menggunakan pengemas *clean plastic bag* selama 1-3 hari memiliki ALT *mesophilic & psychrotrophic aerobic bacteria* yang mengalami peningkatan pada ketiga suhu penelitian. Pertumbuhan bakteri mesofilik cepat pada penyimpanan suhu 20°C yang dapat menyebabkan pembentukan histamin yang cepat pula pada penyimpanan suhu tersebut. Semakin lama waktu penyimpanan, bakteri psikrotrofik menunjukkan pertumbuhan yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan pertumbuhan bakteri mesofilik pada ikan tuna. Namun pada awalnya jumlah mikroba pada ikan tuna didominasi oleh bakteri mesofilik. Umur simpan pada ikan tuna berhubungan dengan pembentukan histamin dan hilang keamanan pangannya jika disimpan pada suhu 8°C & 20°C setelah 12 hari, namun pada suhu 0°C dapat dipertahankan keamanannya hingga 17 hari.

Hasil penelitian oleh Hansamali *et al.* (2020), pada sashimi tuna dengan pengemasan vakum dan penyimpanan suhu 0-2°C selama 15 hari memiliki ALT $1,94 \times 10^3$ cfu/g dan masih dibawah batas ALT sashimi berdasarkan SNI 2693 : 2014. Sashimi dengan penyimpanan suhu 0-2°C aman dikonsumsi sampai hari ke 15. Selain itu hasil penelitian Skjerdal *et al.* (2014), menyatakan bahwa *L.monocytogenes* sashimi salmon dengan pengemas vakum dan penyimpanan; 4°C selama 7 hari (0,5-1 cfu/g); 4°C selama 14 hari (Tidak terdeteksi dalam 25 gram) sehingga pengemas vakum dengan penyimpanan suhu rendah menghasilkan jumlah mikroba yang rendah. Hal ini juga telah sesuai dengan SNI 2693 : 2014 bahwa total cemaran *L.monocytogenes* dalam produk sashimi adalah negatif per 25 gram. Sehingga penyimpanan pada suhu 4°C untuk produk sashimi selama 14 hari masih dapat diterima.

Penelitian oleh Emborg *et al.* (2004), pada sashimi tuna dengan pengemas MAP (40%CO₂/60%O₂) serta penyimpanan suhu 1°C memiliki umur simpan selama 17-21 hari karena histamin yang bersifat toksik tidak terbentuk. Pada penelitian Torrieri *et al.* (2011), sashimi tuna dengan penyimpanan suhu 3°C dan pengemas MAP (60% O₂– 40% CO₂; 100% N₂) memiliki *Aerobic mesophilic counts* awal sebesar 4.2×10^2 CFU/g dan cenderung menurun setelah 9 hari penyimpanan dan memperpanjang umur simpan produk dari 2 hari untuk sampel kontrol (udara tanpa film) hingga 18 hari pada 3°C. Penelitian oleh Muscolino *et al.* (2014) pada sashimi salmon dan tuna dengan penyimpanan suhu 0-4°C memiliki *Aerobic mesophilic bacteria*, *psychrophilic bacteria*, dan *specific spoilage organisms* lebih dari 7 log cfu/g ; *Enterobacteriaceae* dan *Pseudomonas spp.* berkisar antara 6-8 log CFU/g. Berdasarkan hasil penelitian Muscolino *et al.* (2014), Torrieri *et al.* (2011), dan Emborg *et al.*, (2004) sashimi yang disimpan dengan suhu rendah dibawah 0-3°C dengan pengemas MAP lebih direkomendasikan karena dapat mengurangi jumlah mikroba serta memperpanjang umur simpan sashimi dibandingkan dengan sashimi yang hanya disimpan pada suhu 0-4°C. Menurut Hadisoemarto (2009), teknik Modifikasi Atmosfer dalam Pengemasan atau MAP merupakan teknologi yang digunakan untuk mengurangi kadar oksigen yang terkandung dalam kemasan atau disekitar produk sehingga dapat memperpanjang umur simpan produk. Biasanya digunakan dalam penyimpanan produk daging segar. Kadar oksigen dapat berpengaruh terhadap pertumbuhan bakteri aerobik namun menghambat pertumbuhan bakteri anaerobik dan terkhusus yang bersifat patogen seperti *C. botulinum*.

Sedangkan nitrogen merupakan gas dengan sifat inert untuk pengisi kemasan agar tidak *collapse*. Penggunaan nitrogen dalam teknik MAP juga digunakan untuk pengganti oksigen sehingga menghambat laju pertumbuhan mikroorganisme aerobik.

Berdasarkan karakteristik kimia, sensori maupun mikrobiologi pada produk sashimi, dapat terlihat pengaruh penambahan perlakuan iradiasi, teknik pengemasan vakum & MAP maupun penyimpanan suhu rendah. Penyimpanan pada suhu 0°C dengan pengemas *clean plastic bag* dan penambahan perlakuan iradiasi dengan dosis yang semakin tinggi dapat menurunkan kadar histamin pada produk sashimi dan mempertahankan umur simpannya hingga 17 hari pada suhu 0°C. Selain itu, perlakuan pengemasan vakum dan MAP pada sashimi tetap dapat mempertahankan kualitas warna, dan penyimpanan suhu rendah juga tidak berpengaruh terhadap warna sashimi, dapat mengurangi jumlah pertumbuhan mikroba dalam produk sashimi serta mempertahankan umur simpan 17-21 hari (pengemas MAP pada penyimpanan suhu 1°C).



3.4. Karakteristik Kimia, Sensori, dan Mikrobiologi Produk Ikan Asap

Tabel 20. Karakteristik Kimia Ikan Asap

No	Nama Ikan	Jenis Ikan	Pengolahan	Pengemasan	Penyimpanan	Kadar Air	Lemak	Protein	pH	Histamin	Sumber
1	Pari	Ikan Tawar	<i>Hot-smoked</i> (120°C - 180°C selama 6 jam)	Vakum (PP)	Suhu kamar (\pm 30°C) dan suhu dingin (\pm 5°C)	-	-	-	Hasil terendah: Penyimpanan hari ke 2, suhu 30°C: 8,08; suhu 5°C: 8,07. Hari 4-8 terjadi kenaikan namun tak signifikan	-	Nofrean <i>a et al.</i> (2017).
2	Trout pelangi (<i>Onchorhynchus mykiss</i>)	Ikan Tawar	<i>Hot-smoked</i>	Vakum & MAP (60% CO ₂ , 40% N ₂) & (50% CO ₂ , 50% N ₂)	Suhu ruang (40 hari)	-	-	-	MAP (60% CO ₂ , 40% N ₂) hari 1 6,5, hari 40 6,4	-	Cakli <i>et al.</i> (2006)
									MAP (50% CO ₂ , 50% N ₂) hari 1 6,4, hari 40 6,4		
				Vakum & MAP (N ₂ :50%, O ₂ :5%, CO ₂ :45%) (PE)	Pendinginan (0-2°C). 0, 10, 20, 30 dan 40 hari penyimpanan	Vakum & MAP: hari 1 = 60,30, hari 40 = 54,90; 55,80	<i>Fresh</i> 4,8	<i>Fresh:</i> 19,1	Vakum & MAP hari 0 = 6,23; hari 40 = 6,26	-	Khanipour & Mirzakhani (2013)

No	Nama Ikan	Jenis Ikan	Pengolahan	Pengemasan	Penyimpanan	Kadar Air	Lemak	Protein	pH	Histamin	Sumber
						Tidak memiliki perbedaan nilai yang signifikan	<i>Hot-Smoked</i> 7,8	<i>Hot-Smoked</i> 23,9	Tidak memiliki perbedaan nilai yang signifikan		
3	Trout Pelangi (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	Ikan Tawar	<i>Hot-smoked</i> , Penambahan minyak thyme, dan minyak bawang putih	Vakum	Penyimpanan suhu 2°C	-	Penambahan <i>Thyme Oil</i> dan <i>Garlic Oil</i> pada perlakuan pengemas vakum menghambat oksidasi lipid	-	<i>Hot-smoked</i> : 5,83. Kontrol dan perlakuan: ,meningkat dan menurun selama penyimpanan. 7 minggu 5,58, 5,91 dan 5,48	-	Erkan (2012)
4	Saury Pasifik	Ikan Laut	<i>Hot-smoked</i> (70 °C) 0, 10, 15, 20, 25, dan 30 menit	-	-	-	-	-	Nilai pH secara signifikan menurun dengan bertambahnya waktu pengasapan	-	Baten <i>et al.</i> (2020)

No	Nama Ikan	Jenis Ikan	Pengolahan	Pengemasan	Penyimpanan	Kadar Air	Lemak	Protein	pH	Histamin	Sumber
5	Salmon	Ikan Laut	<i>Cold-smoked</i> & Iradiasi Gamma (dosis 2 & 4 kGy)	-	Penyimpanan suhu (2-3 °C)	Dosis 0 kGy 60,78. Meningkat 0,38% setelah penyimpanan 2 bulan	-	-	-	-	Hammad & El-Mongy (1992)
						Dosis 2 kGy 60,08. Menurun 0,21% setelah penyimpanan 3 bulan					
						Dosis 4 kGy 60,56. Menurun 0,31% penyimpanan 3 bulan dan Meningkat 0,53% penyimpanan 4 bulan					
6	Salmon	Ikan Laut	<i>Cold-smoked</i> 22°C 3 jam	Vakum	Penyimpanan suhu 8°C (5 minggu)	-	-	-	Stabil selama penyimpanan (6,04-6,25)	-	Leroi <i>et al.</i> (1998)

No	Nama Ikan	Jenis Ikan	Pengolahan	Pengemasan	Penyimpanan	Kadar Air	Lemak	Protein	pH	Histamin	Sumber
7	Salmon	Ikan Laut	<i>Cold-smoked, high pressure</i> 220, 250 dan 330 MPa, pada 3, 7, 15 dan 25 °C selama 5 dan 10 menit	-	Penyimpanan suhu 2°C	-	-	Tidak berbeda secara signifikan dengan kontrol	Kontrol hari 0: 6,17; hari 8: 6,73. Meningkat 9,24% 250 MPa/ 3°C/ 5 menit hari 0: 6,15. hari 8: 6,15. Stabil 250 MPa/ 25°C/ 10 menit hari 0: 6,16; hari 8: 6,17. Meningkat 0,16%	-	Erkan <i>et al.</i> (2011)
8	Nila (<i>Oreochromis niloticus</i>)	Ikan Tawar	<i>Liquid-smoked</i>	-	Penyimpanan suhu 4°C	Kontrol hari 0 : 76,24. hari 30 : 74,79. Menurun 1,9%	-	-	Kontrol: 6,57. <i>Liquid-smoked</i> : 6,14	-	da Silva <i>et al.</i> (2017)

No	Nama Ikan	Jenis Ikan	Pengolahan	Pengemasan	Penyimpanan	Kadar Air	Lemak	Protein	pH	Histamin	Sumber
						<i>Liquid-smoke</i> hari 0: 74,82. hari 30: 75,52. Meningkat 9,36%	-	-	Menurun 6,54%	-	
9	Todak (<i>Xiphias gladius</i>)	Ikan Laut	<i>Liquid-smoked</i>	Vakum & MAP (5% O ₂ , 45% CO ₂ , 50% N ₂)	Pendinginan 4 °C (45 hari penyimpanan)	-	Oksidasi lipid rendah	-	Tetap konstan selama penyimpanan terutama dengan MAP	-	Muratore & Licciardello (2005)
10	-	-	-	-	Penyimpanan dengan suhu 5°C, 10°, 20°C	-	-	-	Nilai pH berkisar antara 6,15 hingga 7,3 dengan rata-rata 6,56	-	Hobbs <i>et al.</i> (1969)

Keterangan:

- : Tidak dijelaskan
- PP : *Polypropylene*
- PE : *Polyethylene*

Karakteristik kimia diukur secara objektif dari nilai gizi atau kandungan dalam suatu produk. Produk ikan asap memiliki beberapa karakteristik kimia yang dapat diukur antara lain seperti kadar air, protein, lemak, maupun pH. Pada Tabel 20. diatas terdapat beberapa data perubahan kualitas kimia untuk produk ikan asap yang dengan berbagai kondisi pengolahan, pengemasan, penyimpanan serta berbagai macam jenis ikan.

Hot smoking atau pengasapan panas dapat mencapai suhu 120-140°C selama 2-4 jam dengan suhu pusat ikan sampai 60°C. Ikan asap dengan pengolahan *hot smoking* memiliki rasa sedap dan bertekstur lunak, namun tidak tahan lama sehingga harus cepat dikonsumsi kecuali jika disimpan pada suhu rendah karena kadar air dalam ikan masih tergolong tinggi >50% (Sulistijowati *et al.*, 2011). Pada penelitian oleh Nofreeana *et al.* (2017), ikan pari merupakan jenis ikan air tawar yang diolah dengan pengolahan *hot-smoked* pada suhu 120-180°C yang dikemas dengan vakum dengan penyimpanan suhu kamar 30°C dan suhu dingin 5°C pada penyimpanan 4-8 hari terjadi kenaikan pH namun tak signifikan. pH merupakan indikator dari tingkat kesegaran pada ikan, proses pembusukan pada ikan akan diikuti dengan peningkatan pH karena proses autolisis dan aktivitas bakteri. Degradasi protein dapat terjadi seiring waktu penyimpanan berlangsung dan menghasilkan sejumlah basa yang cepat menguap. Nilai pH pada ikan pari asap dengan kemasan vakum dan penyimpanan suhu 5°C lebih rendah dibanding suhu 30°C namun tidak signifikan.

Kemudian pada penelitian oleh Cakli *et al.* (2006), ikan asap dengan bahan ikan trout juga merupakan jenis ikan air tawar yang kemudian diolah dengan pengolahan *hot-smoked* dan menggunakan pengemas vakum dan MAP memiliki nilai pH yang bervariasi dan setelah penyimpanan 40 hari, pH paling rendah adalah ikan asap yang dikemas dengan vakum yaitu 6,3, namun tidak berbeda jauh dengan pengemasan MAP. Sehingga teknik pengemasan tidak berpengaruh terhadap nilai pH ikan asap. Penurunan pH ikan asap trout pada hari 1-19 dengan pengemas MAP dapat disebabkan karena terdapat penyerapan CO₂ ke dalam daging. CO₂ yang bereaksi dengan air akan membentuk asam karbonat sehingga mengakibatkan pH menjadi lebih rendah. Nilai pH yang basa pada ikan akan berkorelasi dengan pertumbuhan mikroorganisme pembusuk, protein dan asam amino yang nantinya akan mempengaruhi tingkat akumulasi metabolit dan menandakan

bahwa ikan sudah tidak segar. pH daging ikan biasanya berkisar antara 7-7,5, namun pada ikan tuna pH dapat mencapai pH dibawah 5,5 (Haard, 2002).

Penelitian yang sama oleh Khanipour & Mirzakhani (2013), dengan ikan asap trout yang dikemas dengan cara vakum dan MAP yang disimpan dengan pendinginan 0-2°C memiliki kadar air yang tidak berbeda secara signifikan yaitu pada penyimpanan hari ke 40 kadar airnya menjadi 55,80%. Kadar air masih ikan asap trout masih dalam batas SNI 2725 : 2009 tentang persyaratan mutu dan keamanan ikan asap yaitu kadar air maksimalnya adalah 60%. Kadar lemak ikan asap trout dengan pengolahan *hot-smoked* adalah 7,8 dan kadar proteinnya 23,9. Menurut USDA (2019), ikan asap trout memiliki kadar lemak 7,14 dan kadar protein 21,43 yang berarti pada penelitian Khanipour & Mirzakhani (2013) memiliki hasil yang tidak berbeda jauh dengan USDA. Kadar lemak dan protein dengan perlakuan *hot-smoked* juga meningkat dibandingkan dengan ikan trout yang masih *fresh*. Nilai pH dengan pengemas vakum maupun MAP tidak memiliki perbedaan nilai yang signifikan yaitu pada penyimpanan hari ke 40 menjadi 6,26; Jika dibandingkan dengan penelitian oleh Cakli *et al.* (2006), nilai pH pada akhir penyimpanan selama 40 hari dengan pengemas vakum atau MAP memiliki nilai pH yang hampir sama.

Penelitian oleh Erkan (2012), ikan asap trout dengan perlakuan *hot-smoked* yang diberi penambahan minyak thyme dan bawang putih serta pengemasan vakum dan penyimpanan 2°C terbukti menghambat oksidasi lipid dan pH yang menunjukkan kenaikan dan penurunan selama penyimpanan. Bawang putih memiliki kandungan senyawa flavonoid yang merupakan antioksidan alami yang dapat menghambat proses oksidasi. Kandungan flavonoid dalam bawang putih kuat sehingga mampu menurunkan oksidasi lipoprotein (Susilowati & Harningsih, 2015). Selain itu, menurut Mulyono *et al.* (2019), pengemas vakum merupakan pengemasan dengan metode pengeluaran gas dan uap air yang ada dalam produk yang dikemas. Sehingga meminimalkan keberadaan oksigen dalam produk yang dikemas sehingga dapat menghambat proses oksidasi pada produk.

Penelitian Baten *et al.* (2020) mengenai ikan asap saury pasifik yang merupakan jenis ikan laut dengan perlakuan pengolahan *hot-smoked* memiliki nilai pH yang secara signifikan menurun saat waktu pengasapan bertambah. Sehingga dapat diketahui proses pengasapan baik untuk mempertahankan karakteristik kimia seperti pH pada ikan.

Cold smoking atau pengasapan dingin tak boleh melebihi suhu 20-40°C selama 1-3 minggu dengan kelembaban (RH) 60-70%. Jika RH melebihi 70% akan membuat waktu pengeringan semakin lambat. Jika dibawah 60%, pengeringan akan terlalu cepat dan menghambat penguapan air pada daging. Pengasapan dengan *cold smoking* dapat membuat produk lebih tahan lama karena kadar air yang terus menguap selama pengasapan sehingga menjadi kering seperti kayu dengan kadar air berkisar antara 20-40% dan dapat disimpan lebih dari satu bulan (Sulistijowati *et al.*, 2011). Penelitian Hammad & El-Mongy (1992), memberi perlakuan iradiasi dosis 2 dan 4 kGy dengan penyimpanan suhu 2-3°C pada ikan asap salmon yang merupakan jenis ikan laut yang diolah dengan cara *cold-smoked*. Kadar air dengan dosis iradiasi 4 kGy lebih menurun dibanding dengan dosis 2 kGy, namun dosis iradiasi 4 kGy tetap mengalami peningkatan kadar air pada saat penyimpanan 4 bulan. Kadar air ikan asap salmon adalah 60,78%, hal ini tidak sesuai dengan teori Sulistijowati *et al.* (2011) yang menyatakan bahwa kadar air ikan asap dengan cara *cold smoking* memiliki kisaran 20-40% kadar air. Hal tersebut dapat terjadi karena kondisi pengolahan, suhu, ataupun kelembaban pada tempat pengolahan.

Penelitian Leroi *et al.* (1998) juga meneliti tentang ikan asap salmon dengan pengolahan *cold-smoked* dengan penyimpanan 8°C dan memiliki pH yang stabil selama penyimpanan 6,04-6,25. Pada penelitian Erkan *et al.* (2011), juga mengenai ikan asap salmon dengan penyimpanan suhu 2°C dengan berbagai perlakuan *high pressure*. Kadar lemak yang dihasilkan tidak berbeda secara signifikan dengan kontrol dan pH yang dihasilkan meningkat dengan perlakuan *high pressure* 250 MPa/ 25°C/ 10 menit namun stabil dengan perlakuan *high pressure* 250 MPa/ 3°C/ 5 menit yaitu sebesar 6,15 dan belum berada pada pH yang basa. Penelitian oleh Hoobs *et al.* (1969), produk ikan asap yang disimpan dengan suhu 5,10, dan 20°C memiliki nilai pH dengan rata-rata 6,56.

Nilai pH yang basa pada ikan akan berkorelasi dengan pertumbuhan mikroorganisme pembusuk, protein dan asam amino yang nantinya akan mempengaruhi tingkat akumulasi metabolit dan menandakan bahwa ikan sudah tidak segar (Haard, 2002). Jika dibandingkan dengan ikan asap perlakuan *hot-smoked* memiliki pH yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan ikan asap yang diberi perlakuan *cold-smoked*. Ikan air tawar yang baik berada pada pH 6-9 (PP No. 82 Tahun 2001) sedangkan untuk ikan air laut baik pada

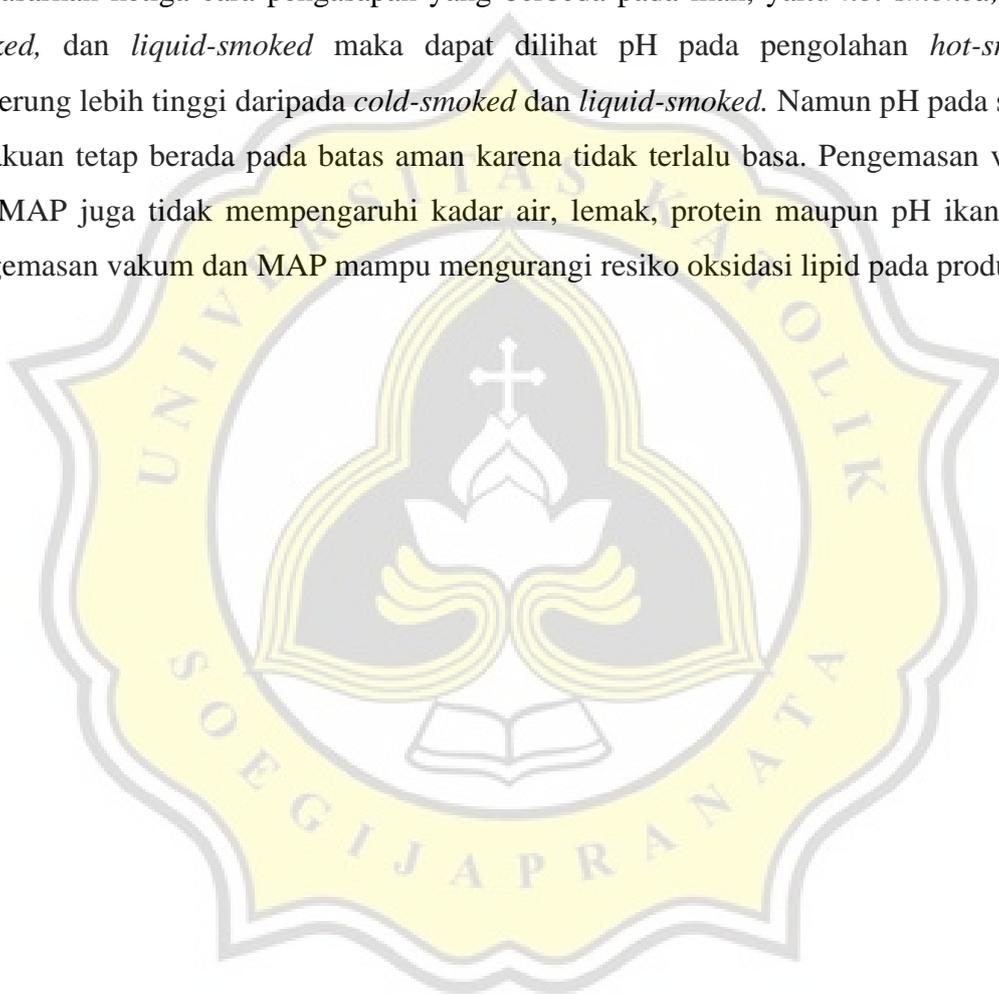
air dengan pH 6-8.5. Nilai pH tergantung pada masing-masing jenis ikan dan tempat tinggal ikan.

Asam lemak tak jenuh pada ikan laut lebih tinggi jika dibandingkan dengan ikan tawar. Asam lemak tak jenuh merupakan lemak yang memiliki 1 atau lebih ikatan rangkap. Sedangkan asam lemak jenuh tidak memiliki ikatan rangkap pada atom karbon yang menyebabkan asam lemak jenuh sulit teroksidasi. Namun lain halnya dengan asam lemak tak jenuh yang mudah mengalami kerusakan karena teroksidasi. Semakin panas suhu pemasakan maka akan menimbulkan kerusakan yang lebih pada produk yang memiliki asam lemak tidak jenuh tinggi. Suhu pemanasan baik pada kisaran suhu 95-120°C (Sartika, 2008). Sehingga produk ikan asap dengan jenis ikan laut akan lebih mudah mengalami oksidasi lipid karena kandungan asam lemak tak jenuh yang lebih tinggi dibanding ikan tawar. Sehingga penanganan untuk mempertahankan kualitas dan umur simpannya perlu lebih diperhatikan.

Liquid smoke atau pengasapan cair dapat mengefisienkan waktu dan tenaga karena hanya dengan mencelupkan ikan dalam larutan asap (*smoke concentrate*) dan kemudian dikeringkan. Proses pengasapan cair akan menghasilkan aroma asap tanpa melalui proses pengasapan, namun melalui penambahan cairan (*smoking agent*) pada produk. Dapat ditambahkan dengan cara penuangan langsung, pengasapan, pengolesan maupun penyemprotan sehingga tak memerlukan ruang atau alat pengasapan. Namun aroma yang dihasilkan melalui pengasapan cair ini jauh berbeda dibawah dengan pengasapan lainnya (Sulistijowati *et al.*, 2011). Penelitian oleh da Silva *et al.*, (2017) dengan ikan asap nila yang merupakan jenis ikan tawar dengan pengolahan *liquid-smoked* dan penyimpanan 4°C memiliki kadar air yang meningkat pada penyimpanan hari ke 30 sebesar 9,36% menjadi 75,52% dan pH yang menurun sebesar 6,54% dibandingkan dengan kontrol menjadi 6,14. Nilai pH tersebut masih dalam keadaan aman dan tidak merugikan untuk kualitas produk maupun konsumen. Sedangkan untuk kadar air 75,52% telah melewati batas maksimal kadar air untuk ikan asap yang telah ditetapkan oleh SNI 2725 : 2009. Muratore & Licciardello (2005) juga meneliti tentang ikan asap todak yang merupakan jenis ikan laut dengan pengolahan *liquid-smoked* yang dikemas dengan cara vakum dan MAP dengan pendinginan 4°C yang mengatakan bahwa oksidasi lipid pada ikan asap rendah dan memiliki pH yang tetap konstan selama penyimpanan terutama dengan

metode MAP. Hal itu sesuai dengan teori Hadisoemarto (2009), teknik Modifikasi Atmosfer dalam Pengemasan atau MAP merupakan teknologi yang digunakan untuk mengurangi kadar oksigen yang terkandung dalam kemasan atau disekitar produk. Hal ini dapat mengurangi resiko terjadinya oksidasi lipid pada produk terutama untuk produk dengan jenis bahan ikan laut yang memiliki kadar lemak tak jenuh yang lebih tinggi dibanding ikan tawar.

Berdasarkan ketiga cara pengasapan yang berbeda pada ikan, yaitu *hot-smoked*, *cold-smoked*, dan *liquid-smoked* maka dapat dilihat pH pada pengolahan *hot-smoked* cenderung lebih tinggi daripada *cold-smoked* dan *liquid-smoked*. Namun pH pada semua perlakuan tetap berada pada batas aman karena tidak terlalu basa. Pengemasan vakum dan MAP juga tidak mempengaruhi kadar air, lemak, protein maupun pH ikan asap. Pengemasan vakum dan MAP mampu mengurangi resiko oksidasi lipid pada produk.



Tabel 21. Karakteristik Sensori Ikan Asap

No	Nama Ikan	Jenis Ikan	Pengolahan	Pengemasan	Penyimpanan	Bau	Tekstur	Rasa	Warna	Nilai Total Organoleptik	Sumber
1	Trout pelangi (<i>Onchorhynchus mykiss</i>)	Ikan Tawar	Hot-smoked	Vakum & MAP (60% CO ₂ , 40% N ₂) & (50% CO ₂ , 50% N ₂)	Suhu ruang (40 hari)	-	-	-	L* MAP (60% CO ₂ , 40% N ₂) hari 1 73,23, hari 40 72,15 MAP (50% CO ₂ , 50% N ₂) hari 1 71,91, hari 40 72,26 Vakum: hari 1 65,74, hari 40 70,28 a* MAP (60% CO ₂ , 40% N ₂) hari 1 – 0,45, hari 40 0,04 MAP (50% CO ₂ , 50% N ₂) hari 1 – 0,09, hari 40 1,59 Vakum : hari 1 0,51, hari 40 2,14 b* MAP (60% CO ₂ , 40% N ₂) hari 1 14,82 hari 40 14,09 MAP (50% CO ₂ , 50% N ₂) hari 1 13,78, hari 40 18,02 Vakum: hari 1 16,34, hari 40 18,09	MAP (60% CO ₂ , 40% N ₂) hari 1 9, hari 40 4 MAP (50% CO ₂ , 50% N ₂) hari 1 9, hari 40 3,9 Vakum: hari 1 9, hari 40 3,2	Cakli <i>et al.</i> (2006)

No	Nama Ikan	Jenis Ikan	Pengolahan	Pengemasan	Penyimpanan	Bau	Tekstur	Rasa	Warna	Nilai Total Organoleptik	Sumber
2	Trout pelangi (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	Ikan Tawar	Hot-smoked	Vakum & MAP (N ₂ :50%, O ₂ :5%, CO ₂ :45%) (PE)	Pendinginan (0-2°C). 0, 10, 20, 30 dan 40 hari penyimpanan	Vakum & MAP: hari 0 = 4,43; Vakum 40 hari: Tidak terdeteksi; MAP 40 hari: 3,37	Vakum & MAP: hari 0 = 4,43; Vakum 40 hari: Tidak terdeteksi; MAP 40 hari: 3,60	Vakum & MAP: hari 0 = 4,24; Vakum 40 hari: Tidak terdeteksi; MAP 40 hari: 3,93	Vakum & MAP: hari 0 = 4,62; Vakum 40 hari: Tidak terdeteksi; MAP 40 hari: 3,31	-	Khanipour & Mirzakhani (2013)
3	Trout Pelangi (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	Ikan Tawar	Hot-smoked, Penambahan TO & GO	Vakum	Penyimpanan suhu 2°C	Batas penerimaan 7 minggu untuk perlakuan kontrol dan GO&TO	Batas penerimaan 6 minggu untuk perlakuan kontrol dan GO, TO	Batas penerimaan rasa 4 minggu untuk sampel VP, 6 minggu untuk GO+VP dan 7 minggu untuk sampel TO+VP	L* meningkat, nilai a* sampel VP meningkat, TO+VP dan GO+VP turun Nilai b* sampel VP dan TO+VP meningkat, GO+VP menurun	Batas penerimaan 5 minggu untuk kontrol, 7 minggu dengan VP dan GO	Erkan (2012)

No	Nama Ikan	Jenis Ikan	Pengolahan	Pengemasan	Penyimpanan	Bau	Tekstur	Rasa	Warna	Nilai Total Organoleptik	Sumber
4	Saury Pasifik	Ikan Laut	<i>Hot-smoked</i> (70 °C) 0, 10, 15, 20, 25, dan 30 menit	-	-	Meningkat dengan bertambahnya waktu pengasapan dan signifikan lebih tinggi pada waktu pengasapan 30 menit	Peningkatan kekerasan antara waktu pengasapan 25 dan 30 menit ditemukan signifikan	Meningkat secara signifikan	L*, a*, b* tetap konstan	Diterima setelah 30 hari pada penyimpanan 10°C dan 21 hari pada 15°C	Baten <i>et al.</i> (2020)
5	<i>Salmon Fillets</i>	Ikan Laut	<i>Cold-smoked</i> , Iradiasi pada 1-4 kGy dan <i>highpressure treatment</i> pada 450 MPa selama 5–25 menit	Vakum	Pendinginan 5°C	Dosis 3 dan 4 kGy mengurangi bau asap. Dosis 1 dan 2 kGy dapat mempertahankan kualitas selama penyimpanan dingin	Dosis diatas 2 kGY meningkatkan kekerasan. Perlakuan HP meningkatkan kekerasan setelah penyimpanan 20 hari	Dosis 3 dan 4 kGy mengurangi rasa asap. Dosis 1 dan 2 kGy dapat mempertahankan kualitas selama penyimpanan dingin	L* Dosis 1-3kGy: tidak berpengaruh. Dosis 4 kGY: Meningkatkan. Perlakuan HP meningkatkan kecerahan	-	Montiel <i>et al.</i> (2013)

No	Nama Ikan	Jenis Ikan	Pengolahan	Pengemasan	Penyimpanan	Bau	Tekstur	Rasa	Warna	Nilai Total Organoleptik	Sumber
6	Salmon	Ikan Laut	<i>Cold-smoked</i> & Iradiasi (dosis 2 & 4 kGy)	-	Penyimpanan suhu (2-3 °C)	-	Dosis 0 kGy 8,5. Menurun 50,59% setelah penyimpanan 2 bulan menjadi 4,2	Dosis 0 kGy 8,5. Menurun 67,06% setelah penyimpanan 2 bulan menjadi 2,8	Dosis 0 kGy 8,7. Menurun 48,28% setelah penyimpanan 2 bulan menjadi 4,5	-	Hammad & El-Mongy (1992)
							Dosis 2 kGy 8,3. Menurun 48,19% setelah penyimpanan 3 bulan menjadi 4,3	Dosis 2 kGy 8,3. Menurun 63,85% setelah penyimpanan 3 bulan menjadi 3	Dosis 2 kGy 8,2. Menurun 29,27% setelah penyimpanan 3 bulan menjadi 5,8		
							Dosis 4 kGy 8. Menurun 21,25% penyimpanan 3 bulan menjadi 6,3 dan Menurun 37,5% penyimpanan 4 bulan menjadi 5	Dosis 4 kGy 7,8. Menurun 25,64% penyimpanan 3 bulan menjadi 5,8 dan Menurun 61,54% penyimpanan 4 bulan menjadi 3	Dosis 4 kGy 3,8. Menurun 21,05% penyimpanan 3 bulan & 4 bulan menjadi 3		

No	Nama Ikan	Jenis Ikan	Pengolahan	Pengemasan	Penyimpanan	Bau	Tekstur	Rasa	Warna	Nilai Total Organoleptik	Sumber
7	Salmon	Ikan Laut	<i>Cold-smoked</i> 22°C 3 jam	Vakum (PE)	Penyimpanan suhu 8°C (5 minggu)	-	Tidak mengubah tekstur (data tidak ditampilkan)	Bau tengik muncul setelah 3 minggu penyimpanan, salmon benar-benar rusak (data tidak ditampilkan)	Warna yang tidak berubah sampai akhir penyimpanan (data tidak ditampilkan).	-	Leroi <i>et al.</i> (1998)
8	Salmon	Ikan Laut	<i>Cold-smoked, high pressure</i> 220, 250 dan 330 MPa, pada 3, 7, 15 dan 25°C selama 5 dan 10 menit	-	Penyimpanan suhu 2°C	Kontrol hari 0: 8,77; hari 8: 5,17. Menurun 41,05%	Kontrol hari 0: 8,97; hari 8: 4,33. Menurun 51,73%	Kontrol hari 0: 9,61; hari 8: 4,00. Menurun 58,38%	Secara keseluruhan, nilai warna bervariasi tergantung pada kombinasi perlakuan. perubahan warna minimal terjadi ketika salmon asap dingin diberi tekanan 100 MPa pada 30°C selama 10 menit	Kontrol hari 0: <i>very good</i> ; hari 8: tidak dapat diterima 250 MPa/ 3°C/ 5min hari 0: <i>very good</i> . hari 8: cukup 250 MPa/ 25°C/ 10min hari 0: <i>very good</i> ; hari 8: cukup	Erkan <i>et al.</i> (2011)

No	Nama Ikan	Jenis Ikan	Pengolahan	Pengemasan	Penyimpanan	Bau	Tekstur	Rasa	Warna	Nilai Total Organoleptik	Sumber
9	Nila (<i>Oreochromis niloticus</i>)	Ikan Tawar	Liquid-smoked	-	-	-	Kontrol hari 0: 0,277. hari 30: 0,253. Menurun 8,66%	-	Kontrol L* meningkat 3,52%, a* menurun 1218%, b* meningkat 245,16%	-	da Silva <i>et al.</i> (2017)
							Liquid-smoked hari 0: 0,407. hari 30: 0,400. Menurun 1,72%		Liquid-smoked L* meningkat 13,66%, a* menurun 43,42%, b* meningkat 11,60%		
10	Todak (<i>Xiphias gladius</i>)	Ikan Laut	Liquid-smoked	Vakum & MAP (5% O ₂ , 45% CO ₂ , 50% N ₂)	Pendinginan 4 °C (45 hari penyimpanan)	Bau Asap MAP & Vakum hari 1 = 7,3; MAP 15 hari = 4,4; Vakum 15 hari : 7,0 Vakum: skor tertinggi	Parameter tekstur sedikit menurun dan sama pada sampel MAP dan vakum	-	-	Vakum : skor keseluruhan sampai 27 -30 hari	Muratore & Licciardello (2005)

Keterangan:

- : Tidak dijelaskan

GO : *Garlic Oil*TO : *Thyme Oil*VP : *Vacuum Packaging*PE : *Polyethylene*

Karakteristik sensori pada produk ikan asap dapat dinilai melalui beberapa aspek seperti aroma/bau, rasa, tekstur maupun warna. Pada Tabel 21. diatas terdapat beberapa data perubahan kualitas sensori untuk produk ikan asap dengan berbagai kondisi pengolahan, pengemasan, penyimpanan serta berbagai macam jenis ikan. Penelitian Cakli *et al.* (2006), dengan ikan asap trout dengan pengolahan *hot-smoked* yang dikemas dengan vakum dan MAP menunjukkan hasil bahwa parameter warna meliputi L*, a* dan b* meningkat dengan perlakuan pengemas vakum dan MAP. Total nilai organoleptik tertinggi adalah dengan pengemasan MAP (60%CO₂, 40% N₂) dengan skor awal pada hari 1 adalah 9 dan pada hari ke 40 menjadi 4. Nilai kemerahan pada sampel MAP terdapat perbedaan yang signifikan pada akhir penyimpanan, selain itu dalam kondisi MAP (50% CO₂, 50% N₂) dan vakum tidak dapat diterima lagi pada hari ke 40 dan tetap diterima pada MAP (60%CO₂,40% N₂) sampai penyimpanan hari ke 47. Sehingga memiliki umur simpan 7 hari lebih lama dibandingkan dalam kondisi MAP (50% CO₂, 50% N₂) dan vakum dalam parameter sensorinya.

Penelitian Khanipour & Mirzakhani (2013) mengenai ikan asap trout pelangi dengan pengolahan *hot-smoked* yang dikemas dengan pengemas vakum dan MAP pada pendinginan 0-2°C memiliki hasil sensori bau, tekstur, rasa dan warna yang terjadi penurunan secara signifikan. Pengemasan vakum mengalami penurunan rasa yang signifikan. Perubahan tekstur dapat disebabkan karena efek asap terhadap pengencangan pada protein otot. Perubahan warna, aroma serta rasa dapat disebabkan karena pertumbuhan mikroorganisme (Goulaas & Kontominas, 2005 dikutip dalam Khanipour & Mirzakhani, 2013). Dari hasil tersebut juga diketahui bahwa pengemasan MA lebih dapat mempertahankan kualitas sensori dibandingkan pengemasan vakum. Hal ini dapat dikarenakan pengemasan dengan teknik vakum membuat produk pangan kehilangan cairan maupun uap air atau gas dalam kemasan, sehingga mengakibatkan produk lebih padat dan kencang. Sedangkan jika menggunakan pengemasan MA, gas nitrogen yang disubstitusikan akan membuat kemasan tidak mudah *collapse* sehingga dapat mempertahankan bentuk produk lebih baik. Selain itu penggunaan nitrogen dalam teknik MAP juga digunakan untuk pengganti oksigen sehingga menghambat laju pertumbuhan mikroorganisme aerobik (Hadisoemarto, 2009).

Terdapat perbedaan antara penelitian Cakli *et al.* (2006) dan Khanipour & Mirzakhani (2013) masing-masing secara berurutan memiliki hasil pada nilai sensori warna yang

meningkat dan penurunan signifikan. Hal ini dapat disebabkan oleh berbagai faktor seperti kondisi lingkungan penyimpanan dan perbedaan jenis ikan.

Dan penelitian Erkan (2012), mengenai ikan asap torut yang diolah dengan *hot-smoked* dan penambahan minyak thyme dan minyak bawang putih dengan pengemas vakum dan penyimpanan suhu 2°C memiliki hasil sensori bau dan tekstur yang dapat diterima maksimal masing-masing 7 dan 6 minggu penyimpanan baik perlakuan kontrol, minyak bawang putih maupun thyme. Perlakuan GO+VP memiliki batas 7 minggu dan perlakuan kontrol 5 minggu untuk penerimaan keseluruhan sensorinya. Penerimaan tekstur dan bau mencapai 6 minggu pada sampel kontrol dan 7 minggu pada sampel GO+TO. Enzim autolitik berdampak pada kualitas tekstur ikan selama tahap deteriorasi, namun enzim tersebut tidak menghasilkan karakteristik *Off-odor & off-flavours*. Sedangkan untuk penerimaan rasa mencapai 4 minggu pada sampel VP, 6 minggu pada sampel GO+VP dan 7 minggu pada sampel TO+VP. Jika dirata-rata dari keseluruhan parameter, perlakuan VP bertahan 5 minggu, sampel TO+VP 7 minggu dan GO+VP selama 6 minggu. Bakteri asam laktat merupakan organisme pembusuk pada ikan asap dan menyebabkan perubahan kerusakan rasa dan bau pada ikan asap. Dan pengamatan warna meningkat untuk nilai L*. nilai a* meningkat pada perlakuan VP dan menurun dengan penambahan TO dan GO, nilai b* meningkat pada sampel VP+TO namun menurun dengan penambahan GO. Kombinasi GO, TO dan VP cara untuk memperpanjang umur simpan 1-2 minggu karena memiliki efek antimikroba pada komponen fenolik pada minyak thyme yaitu thymol dan carvacrol, sedangkan minyak bawang putih mengandung *allicin*.

Penelitian Baten *et al.* (2020), tentang ikan asap saury pasifik dengan pengolahan *hot-smoked* meningkatkan nilai sensori bau dengan bertambahnya waktu pengasapan, Berdasarkan penelitian lain pada Towadi *et al.* (2013), ikan asap dengan lama pengasapan 2 jam dan 3,5 jam lebih disukai pada pengasapan 3,5 jam karena konsentrasi asap seperti fenol mempengaruhi hasil aroma asap yang lembut sampai cukup tajam, tidak tengik, tidak berbau busuk, apek maupun asam. Semakin tinggi konsentrasi asap dan waktu pengasapan maka akan meningkatkan aroma pada ikan asap. Selain itu, parameter lain seperti tekstur meningkat kekerasannya pada waktu 25 dan 30 menit, rasa yang meningkat signifikan dan warna yang tetap konstan. Berdasarkan penilaian sensorinya, ikan asap tetap diterima setelah 30 hari pada penyimpanan 10°C dan 21 hari pada 15°C

Pada penelitian oleh Montiel *et al.* (2013), ikan asap salmon yang olah dengan *cold-smoked* dengan perlakuan *e-beam* iradiasi dan *high pressure* dengan pengemas vakum dan penyimpanan 5°C. Iradiasi *e-beam* mirip dengan iradiasi gamma, namun perbedaannya terletak pada dosis yang tinggi dan penetrasi yang rendah serta memiliki sumber listrik yang menghasilkan muatan elektron yang tinggi sehingga cocok untuk produk dengan kepadatan rendah sedangkan iradiasi gamma cocok untuk produk dengan kepadatan sedang hingga tinggi karena foton tidak memiliki massa sehingga dapat menembus dalam produk tetapi tidak terdapat perubahan yang mempengaruhi spektrum energinya. Berdasarkan penilaian sensorinya, ikan asap salmon memiliki bau dan rasa yang tetap mempertahankan kualitasnya dengan dosis iradiasi 1 dan 2, tekstur yang bertambah keras dengan perlakuan iradiasi diatas 2kGy dan perlakuan *high pressure* meningkatkan kekerasan setelah penyimpanan 20 hari. Sedangkan untuk warna, dosis iradiasi 4 kGy meningkatkan kecerahan, menurunkan nilai a* (kemerahan) dan nilai b* (kekuningan) tidak berpengaruh. Nilai a* (kemerahan) Dosis 1-3kGy: tidak berpengaruh. Nilai b* (kekuningan) tidak dipengaruhi oleh penyinaran atau penyimpanan berpendingin. Perlakuan *high pressure* juga tidak mempengaruhi nilai a* dan b*. Penurunan warna kemerahan yang disebabkan oleh *ionizing radiation* pada 1,5-3 kGy dapat terjadi karena degradasi pigmen astaxanthin (Yagiz *et al.* 2010 dikutip dalam Montiel *et al.* 2013). Parameter tekstur tidak berubah signifikan selama penyimpanan dingin. Proses degradasi diawali oleh enzim otot endogen lalu enzim mikroba yang kemudian mengurangi kualitas produk makanan laut selama penyimpanan dingin. Teknologi *high pressure* dapat menunda degradasi enzimatik pada produk makanan laut selama penyimpanan dingin (Hurtado *et al.* 2001 dikutip dalam Montiel *et al.* 2013). Perubahan tekstur pada perlakuan *high pressure* disebabkan karena pemadatan otot karena pengepakan asam amino yang lebih ketat selama denaturasi tekanan yang lebih dekat dengan interaksi aktin-myosin (Ashie & Simpson, 1996 dikutip dalam Montiel *et al.* 2013).

Kemudian penelitian oleh Hammad & El-Mongy (1992), tentang ikan asap salmon dengan pengolahan *cold-smoked* dan iradiasi gamma memiliki hasil sensori yang tetap tinggi untuk rasa dan tekstur pada dosis 4 kGy selama penyimpanan 4 bulan, namun untuk penilaian sensori warna terbaik ada pada dosis 2 kGy setelah penyimpanan 3 bulan dan warna sampel dengan dosis 4kGy rusak karena warna merah ceri pada sampel berubah

menjadi putih krem. Sehingga faktor yang membuat penolakan sampel yang diiradiasi pada dosis 4kGy adalah hilangnya warna merah ceri pada produk. Sehingga dosis maksimum untuk ikan asap salmon dengan pengolahan *cold smoked* adalah 2 kGy. Dengan dosis 2 kGy mampu memperpanjang umur simpan ikan asap salmon sekitar 3 bulan pada penyimpanan suhu 2-3°C. Penelitian Leroy *et al.* (1998) juga mengenai ikan asap salmon dengan pengolahan *cold-smoked* yang dikemas vakum dan penyimpanan 8°C selama 5 minggu memiliki tekstur yang tak berubah, bau tengik setelah 3 minggu dan warna yang tidak berubah sampai akhir penyimpanan. Berdasarkan teori oleh Mulyono *et al.* (2019), pengemas vakum merupakan pengemasan dengan metode pengeluaran gas dan uap air yang ada dalam produk yang dikemas. Sehingga meminimalkan keberadaan oksigen dalam produk yang dikemas sehingga dapat menghambat proses oksidasi pada produk. Hal tersebut yang membuat bau produk tidak mudah tengik sampai 3 minggu. Penelitian Erkan *et al.* (2011), juga mengenai ikan asap salmon dengan pengolahan *cold-smoked* dengan perlakuan *high pressure* berbagai tekanan dan dengan penyimpanan suhu 2°C memiliki hasil sensori bau, tekstur maupun rasa yang tetap baik dengan skor akhir 5,33 setelah penyimpanan 8 hari dengan perlakuan *high pressure* 250 MPa/ 25°C/ 10 menit.

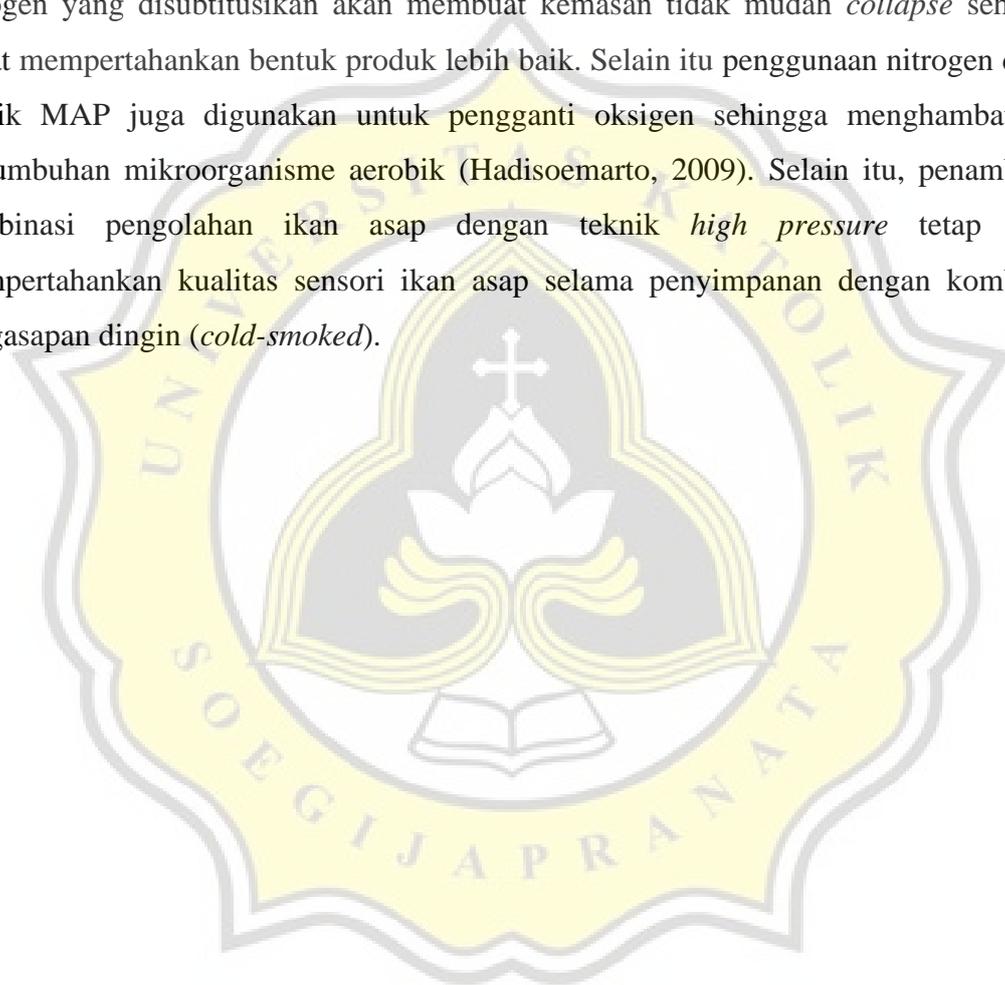
Penelitian da Silva *et al.* (2017), ikan asap nila dengan pengolahan *liquid-smoked* menghasilkan tekstur yang menurun pada penyimpanan hari ke 30 namun tidak sebanyak perlakuan kontrol. Warna yang dihasilkan dengan perlakuan *liquid-smoked* juga meningkatkan L* dan b* serta menurunkan nilai a*. Sehingga diketahui bahwa pengolahan *liquid-smoked* mampu mempertahankan kualitas sensori dibanding perlakuan kontrol. Penurunan parameter sensori pada ikan asap dengan perlakuan *liquid smoked* juga memberikan penurunan yang relatif rendah jika dibandingkan dengan penurunan pada ikan asap dengan pengolahan *cold smoked* dari segi tekstur dan warna pada penelitian ikan asap salmon dengan pengolahan *cold smoked* dan *high pressure* oleh Erkan *et al.* (2011). Pada penelitian Muratore & Licciardello (2005), yang sama mengenai ikan asap todak yang diolah dengan pengasapan *liquid-smoked* dengan pengemas Vakum & MAP (5% O₂, 45% CO₂, 50% N₂) serta penyimpanan dingin 4°C (45 hari penyimpanan), memiliki hasil sensori bau pada pengemasan MAP & Vakum hari 1= 7,3; MAP 15 hari= 4,4; Vakum 15 hari: 7,0 Vakum memperoleh skor tinggi untuk bau asap,

dan skor keseluruhan sampai 27-30 hari. Parameter tekstur sedikit menurun dan sama pada sampel MAP dan vakum.

Perbedaan jenis ikan laut dan tawar serta perbedaan pada spesies ikan pada produk ikan asap dapat memberikan nilai sensori yang berbeda-beda pula. Karena ikan air laut umumnya memiliki aroma yang cenderung lebih amis seperti air laut dan pada ikan air tawar memiliki bau amis yang cenderung seperti bau lumpur ataupun seperti tanah yang dapat menyebabkan penilaian panelis yang berbeda. Namun proses pengolahan seperti pengasapan juga dapat menyamarkan aroma amis ikan karena pengasapan merupakan proses penetrasi senyawa volatil pada ikan yang dihasilkan dari pembakaran kayu sehingga memberikan rasa dan aroma yang spesifik, sebagai antibakteri, dan menghambat aktivitas enzimatis pada ikan yang menempel pada permukaan ikan dan kemudian menembus dalam daging ikan (Kaiang *et al.*, 2016). Ikan air laut juga memiliki rasa yang lebih gurih dibandingkan ikan air tawar. Selain itu perbedaan spesies ikan juga memiliki beberapa perbedaan seperti pada kandungan lemaknya yang kemungkinan dapat mempengaruhi bau, rasa, tekstur ataupun warna pada produk. Ikan air laut juga memiliki asam lemak tak jenuh yang lebih tinggi dibandingkan ikan air tawar sehingga dapat memicu resiko terjadinya oksidasi lipid pada produk ikan.

Pengolahan ikan asap dalam penelitian ini berfokus pada teknik pengasapan *hot smoked*, *cold smoked* dan *liquid smoked*. Sehingga berdasarkan kualitas sensori dari ketiga jenis pengasapan yaitu *hot-smoked*, *cold-smoked* dan *liquid-smoked*. Dapat terlihat bahwa, perlakuan pengasapan *hot-smoked* dan *cold-smoked* dengan pengemas vakum atau MAP ternyata lebih baik awalnya pada pengasapan *cold-smoked*, namun seiring penyimpanan ikan asap dengan pengolahan *cold-smoked* dengan pengemas vakum dan MAP mengalami penurunan kualitas sensori yang cukup drastis selama penyimpanan dan pada penyimpanan vakum selama 3 minggu telah berbau tengik pada pengemas vakum dengan jenis plastik PE. Menurut penelitian Nursafira *et al.* (2021), jenis pengemas PE memiliki sifat permeabilitas gas yang tinggi sehingga mudah menyerap oksigen yang berada pada luar kemasan dan menyebabkan terjadinya reaksi oksidasi yang membuat bau menjadi tengik. Sedangkan pengolahan *liquid smoked* memiliki hasil sensori sedikit rendah dibawah pengolahan *cold-smoked* namun selama penyimpanan vakum kualitas sensorinya tidak menurun secara drastis jika dibandingkan dengan perlakuan kontrol.

Pengemasan MAP (60%CO₂,40% N₂) juga mampu memberikan penurunan kualitas sensori terendah pada ikan asap pengolahan *hot smoked* jika dibandingkan dengan pengemas vakum dan MAP dengan konsentrasi lainnya. Hal ini dikarenakan pengemasan MA lebih dapat mempertahankan kualitas sensori dibandingkan pengemasan vakum. Teknik pengemasan vakum membuat produk pangan akan mengakibatkan produk kehilangan cairan maupun uap air atau gas dalam kemasan, sehingga mengakibatkan produk lebih padat dan kencang. Sedangkan jika menggunakan pengemasan MA, gas nitrogen yang disubstitusikan akan membuat kemasan tidak mudah *collapse* sehingga dapat mempertahankan bentuk produk lebih baik. Selain itu penggunaan nitrogen dalam teknik MAP juga digunakan untuk pengganti oksigen sehingga menghambat laju pertumbuhan mikroorganisme aerobik (Hadisoemarto, 2009). Selain itu, penambahan kombinasi pengolahan ikan asap dengan teknik *high pressure* tetap dapat mempertahankan kualitas sensori ikan asap selama penyimpanan dengan kombinasi pengasapan dingin (*cold-smoked*).



Tabel 22. Karakteristik Mikrobiologi Ikan Asap

No	Nama Ikan	Jenis Ikan	Pengolahan	Pengemasan	Penyimpanan	Bakteri	Yeast	Fungi	Umur Simpan	Sumber
1	Pari	Ikan Laut / Tawar	<i>Hot-smoked</i> (120°C -180°C selama 6 jam)	Vakum (PP)	Suhu kamar (± 30°C) dan suhu dingin (± 5°C)	<p>ALT Vakum+ 30°C hari 1: 1,9 x 10⁵ koloni/g. hari 6 : 6,1 x 10⁵ koloni/g (tidak layak). Meningkat 221,05%</p> <hr/> <p>ALT Vakum+ 5°C hari 1: 1,5 x 10⁵ koloni/g. hari 6: 5,4 x10⁵ koloni/g(tidak layak). Meningkat 260%</p> <hr/> <p>ALT Vakum+5°C menurun 11,48% dibanding Vakum+30°C</p>	-	-	Penyimpanan 4 hari masih layak konsumsi, hari ke 6 sudah tidak layak baik penyimpanan suhu 30°C maupun 5°C	Nofreana <i>et al.</i> (2017).

No	Nama Ikan	Jenis Ikan	Pengolahan	Pengemasan	Penyimpanan	Bakteri	Yeast	Fungi	Umur Simpan	Sumber
2	Trout pelangi (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	Ikan Tawar	<i>Hot-smoked</i>	Vakum & MAP (60% CO ₂ , 40% N ₂) & (50% CO ₂ , 50% N ₂)	Suhu ruang (40 hari)	<p>Bakteri anaerobik: MAP (60% CO₂, 40% N₂) hari 1 1,7, hari 40 4,2</p> <p>Bakteri anaerobik: MAP (50% CO₂, 50% N₂) hari 1 1,9, hari 40 4,8</p> <p>Bakteri anaerobik: Vakum: hari 1 1,9, hari 40 4,9</p>	Tidak terdeteksi baik dalam sampel di VP atau di MAP selama periode penyimpanan	Tidak terdeteksi baik dalam sampel di VP atau di MAP selama periode penyimpanan	<p>MAP (60% CO₂, 40% N₂) 47 hari</p> <p>MAP (50% CO₂, 50% N₂) 40 hari</p> <p>Vakum 33 hari</p>	Cakli <i>et al.</i> (2006)
3	Trout Pelangi (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	Ikan Tawar	<i>Hot-smoked</i> , Penambahan minyak thyme, dan minyak bawang putih	Vakum	Penyimpanan suhu 2°C	Jumlah psikotrofik untuk sampel yang tidak diberi perlakuan dan yang diberi perlakuan melebihi 6 log cfu/g setelah penyimpanan dingin selama 5 dan 6 minggu. Sampel yang diberi perlakuan menunjukkan jumlah bakteri asam laktat terendah.	-	-	Umur simpan ikan asap dalam penyimpanan dingin (2°C) adalah 5 minggu untuk sampel kemasan vakum dan 7 minggu untuk TO dan GO pada kemasan vakum	Erkan (2012)

No	Nama Ikan	Jenis Ikan	Pengolahan	Pengemasan	Penyimpanan	Bakteri	Yeast	Fungi	Umur Simpan	Sumber
4	Trout Pelangi (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	Ikan Tawar	<i>Hot-smoked</i>	Vakum & MAP (N2:50%, O2:5%, CO2:45%) (PE)	Pendinginan (0-2°C). 0, 10, 20, 30 dan 40 hari penyimpanan	Meningkat seiring bertambahnya waktu penyimpanan	Terdapat perbedaan signifikan sampai hari ke 10	Terdapat perbedaan signifikan sampai hari ke 10	Pengemasan MAP dapat meningkatkan kualitas dan meningkatkan umur simpan ikan trout dalam kondisi penyimpanan berpendingin hingga 40 hari sedangkan pengemas vakum 30-40 hari	Khanipour & Mirzakhani (2013)
5	Saury Pasifik	Ikan Laut	<i>Hot-smoked</i> (70 °C)		Penyimpanan 10°C	Pertumbuhan bakteri muncul setelah masa penyimpanan 18 hari pada suhu 15°C: 21,67 cfu/g. hari 24 : 45 cfu/g	-	-	Masa simpan yang dapat diperpanjang hingga 32 hari pada kondisi penyimpanan 10°C tanpa kehilangan kualitas	Baten <i>et al.</i> , (2020)

No	Nama Ikan	Jenis Ikan	Pengolahan	Pengemasan	Penyimpanan	Bakteri	Yeast	Fungi	Umur Simpan	Sumber
6	Salmon	Ikan Laut	<i>Cold-smoked</i> 24°C selama 5 jam	Vakum	Penyimpanan pada suhu yang berbeda (0, 2, 4, 6 dan 8°C)	Mikroorganisme patogen (<i>Clostridium botulinum</i> , <i>Salmonella</i> , <i>Coliform</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> dan <i>Listeria monocytogenes</i>) tidak terdeteksi selama penyimpanan	Rendah	Rendah	Umur simpan ikan salmon asap yang disimpan pada suhu 0, 2, 4, 6 dan 8°C berturut-turut adalah 26, 21, 20, 10 dan 7 hari	Dondero <i>et al.</i> (2004)
7	Salmon	Ikan Laut	<i>Cold-smoked</i> & Iradiasi Gamma(dosis 2 & 4 kGy)	-	Penyimpanan suhu (2-3°C)	Dosis 2 kGy mengurangi jumlah total bakteri aerobik mesofilik, bakteri psychrophilic, lactobacilli, dan streptokokus fecal masing-masing sebesar 98,8, 98,3,96,8, dan 97,7%, sementara coliform dan Staph. aureus hampir hancur total.	Dosis 2 kGy mengurangi jumlah yeast 93,6%	-	Sampel yang tidak diradiasi mencapai jumlah pelat mesofilik maksimum yang diterima setelah hanya satu bulan penyimpanan, sedangkan sampel yang diradiasi pada 2 dan 4 kGy setelah 3 dan 4 bulan	Hammad & El-Mongy (1992)

No	Nama Ikan	Jenis Ikan	Pengolahan	Pengemasan	Penyimpanan	Bakteri	Yeast	Fungi	Umur Simpan	Sumber
						Dosis 4 kGy mengurangi bakteri aerobik mesofilik, bakteri psikrofilik, lactobacilli masing-masing sekitar 99,7, 99,6, 99,1%. Dan menghancurkan total <i>fecal streptococci cells</i>	Dosis 4 kGy mengurangi jumlah yeast 98,8 %	-	-	
8	Salmon	Ikan Laut	<i>Cold-smoked</i> 22°C 3 jam	Vakum	Penyimpanan suhu 8°C (5 minggu)	Jumlah viabel aerobik adalah 3x10 cfu/g meningkat dengan cepat selama 6 hari penyimpanan, mencapai tingkat maks. bakteri asam 3x10 cfu/g. LAB meningkat 10 cfu/g di minggu pertama dan maks. pada minggu keempat. H ₂ S produksi bakteri maks. setelah 2 minggu	Jarang ditemukan selama penyimpanan	Jarang ditemukan selama penyimpanan	-	Leroi <i>et al.</i> (1998)

No	Nama Ikan	Jenis Ikan	Pengolahan	Pengemasan	Penyimpanan	Bakteri	Yeast	Fungi	Umur Simpan	Sumber
9	Salmon	Ikan Laut	<i>Cold-smoked, High pressure</i> 250 MPa, pada 3, 25°C selama 5 dan 10 menit		Penyimpanan suhu 2°C	Kontrol hari 0: <3; hari 8: 5,90. 250 MPa/ 3°C/ 5 menit hari 0: <3. hari 8: 3,95. 250 MPa/ 25°C/ 10 menit hari 0 :<3; hari 8: 4,11	-	-	Berdasarkan hasil sensoris dan mikrobiologis, sampel kontrol hanya dapat diterima hingga 6 minggu, dibandingkan dengan sampel salmon asap dingin perlakuan <i>high pressure</i> , memperpanjang umur simpan hingga 8 minggu.	Erkan <i>et al.</i> (2011)
10	Salmon Fillets	Ikan Laut	<i>Cold-smoked</i> , Iradiasi pada 1-4 kGy dan <i>high pressure treatment</i> pada 450 MPa selama 5-25 menit	Vakum	Pendinginan 5°C	Dosis 1 dan 2 kGy menurunkan ALT masing-masing sebesar 2 dan 2,4 log unit Dosis 3 dan 4 kGy menurun ke tingkat yang tidak terdeteksi (<1 log cfu/g)	-	-	Masa simpan salmon <i>cold-smoked</i> setidaknya dapat dilipatgandakan dengan tekanan pada 450 MPa hanya selama 5 menit	Montiel <i>et al.</i> (2013)

No	Nama Ikan	Jenis Ikan	Pengolahan	Pengemasan	Penyimpanan	Bakteri	Yeast	Fungi	Umur Simpan	Sumber
						ALT dalam sampel bertekanan tetap di bawah 5 dan 6 log cfu/g sampai hari 28 dan 35 penyimpanan dingin				
11	Salmon	Ikan Laut	<i>Cold-smoked & (e-beam) irradiation</i> (dosis 1, 2, dan 4 kGy)	-	Penyimpanan suhu 5 °C diuji pada hari ke 1, 8 dan 28	<p>Hari 1 ALT kontrol: 1,26 log CFU/g. Dosis 1-4 kGy = Tidak terdeteksi</p> <p>Hari 8 ALT kontrol: 3,67 log CFU/g. Dosis 1-4 kGy = Tidak terdeteksi</p> <p>Hari 28 ALT kontrol & dosis 1-3 kGy: sudah rusak. Dosis 4 kGy = 3,75 log CFU/g</p> <p><i>L. monocytogenes</i> tidak terdeteksi pada dosis iradiasi > 2kGy selama periode penyimpanan</p>	-	-	-	Su <i>et al.</i> (2004)
12	Nila (<i>Oreochromis niloticus</i>)	Ikan Tawar	<i>Liquid-smoked</i>			Ikan nila yang di asap cair memiliki penurunan jumlah mesofilik dan psikrotrofik yang signifikan.	-	-	<i>Liquid-smoked</i> meningkatkan umur simpan	da Silva <i>et al.</i> (2017)

No	Nama Ikan	Jenis Ikan	Pengolahan	Pengemasan	Penyimpanan	Bakteri	Yeast	Fungi	Umur Simpan	Sumber
13	Todak (<i>Xiphias gladius</i>)	Ikan Laut	<i>Liquid-smoked</i>	Vakum & MAP (5% O ₂ , 45% CO ₂ , 50% N ₂)	Pendinginan 4 °C (45 hari penyimpanan)	Jumlah mesofilik total 5,45 log unit pembentuk koloni cfu/g pada awal penyimpanan dan tidak berubah secara signifikan hingga 15 hari dan 21 hari penyimpanan untuk kemasan MA dan vakum	-	-	Irisan ikan todak asap cair ditemukan memiliki umur simpan 42 hari saat dikemas dalam vakum dan 12 hari saat dikemas dalam MAP	Muratore & Licciardello (2005)
14	Salmon <i>Filletts</i>	Ikan Laut	-	-	Penyimpanan dengan suhu 5°C, 10°, 20°C	Suhu 5°C = produksi toksin >28hari-32hari, 10°C produksi toksin = 4-30 hari, 20°C produksi toksin = 1-8 hari	-	-	Suhu 5°C umur simpan antara 3-12 hari ; suhu 20°C antara <1-5 hari	Hobbs <i>et al.</i> (1969)

Keterangan:

- : Tidak dijelaskan
- ALT : Angka Lempeng Total
- PP : *Polyethylene*
- TO : *Thyme Oil*
- GO : *Garlic Oil*

Pada Tabel 22. diatas terdapat beberapa data perubahan kualitas mikrobiologi untuk produk ikan asap dengan berbagai kondisi pengolahan, pengemasan, penyimpanan serta berbagai macam jenis ikan. Penelitian Nofreeana *et al.* (2017), dengan perlakuan *hot-smoked*, pengemas vakum dan penyimpanan suhu 5°C menurunkan ALT sebesar 11,48% dibanding penyimpanan suhu 30°C. Umur simpan dengan keadaan layak konsumsi adalah 4 hari. Nilai ALT pada ikan asap vakum yang disimpan dalam suhu 5°C adalah $1,5 \times 10^5$ koloni/g dan suhu 30°C memiliki ALT $1,9 \times 10^5$ koloni/g yang dinyatakan masih layak dikonsumsi. Namun jika dibandingkan dengan persyaratan mutu dan keamanan ikan asap SNI 2725 : 2009 ALT untuk ikan asap maksimal adalah $1,0 \times 10^5$ koloni/g. Sehingga dalam penelitian tersebut sampai hari ke 4 sudah melewati batas maksimal SNI 2725 : 2009.

Penelitian Cakli *et al.* (2006), ikan asap torot dengan pengemasan MAP (60%CO₂, 40% N₂) memiliki nilai bakteri anaerobik terendah, selain itu baik pengemas vakum dan MAP tidak ditemukan *yeast* dan *fungi* selama penyimpanan. Yeast merupakan campuran mikroorganisme yang terdiri dari bakteri, khamir dan juga kapang. Pertumbuhan jamur sangat didukung pada kondisi lingkungan yang lembab. Selain itu, pertumbuhan jamur juga ditentukan oleh kandungan air dalam produk karena air dapat membantu proses difusi dan pencernaan serta mempengaruhi substrat pH dan osmolaritas yang merupakan sumber oksigen dan hidrogen yang dibutuhkan untuk metabolisme mikroba (Quidesat *et al.*, 2009). Pertumbuhan *yeast* dan *fungi* pada produk ikan asap tidak ditemukan karena penyimpanan dilakukan ditempat yang tidak lembab dan kandungan air pada ikan asap tidak tinggi serta pengemas vakum maupun MAP mampu mempertahankan kualitas produk ikan asap. Umur simpan ikan asap trout terbaik adalah dengan pengemasan MAP (60%CO₂, 40% N₂) selama 47 hari.

Dan penelitian oleh Erkan (2012), pada ikan asap trout vakum dengan penyimpanan 2°C dan pengolahan *hot-smoked* serta penambahan minyak thyme dan minyak bawang putih selama 5-6 minggu penyimpanan memiliki jumlah bakteri psikrotrofik tidak melebihi 6 log cfu/g yang telah dianggap sebagai batas untuk penerimaan produk ikan (Erkan, 2007 dikutip dalam Erkan 2012). Sehingga jika dibandingkan sampel dengan pengemas VP, umur simpannya dapat diperpanjang sampai 2 minggu untuk kombinasi perlakuan TO+VP dan GO+VP jika dilihat dari jumlah bakteri *psychrotrophic*nya dan parameter mikrobiologis. Jumlah bakteri asam laktat (BAL) juga rendah pada sampel dengan

kemasan vakum. Bakteri asam laktat dapat menghasilkan asam organik dan etanol sebagai produk akhir fermentasi yang khas pada suatu produk (Gottschalk, 1986 dikutip dalam Khanipour & Mirzakhani, 2013). Sehingga dengan perlakuan TO+VP dan GO+VP ikan asap dapat memiliki umur simpan selama 7 minggu dan 5 minggu untuk sampel perlakuan kontrol. Penambahan bahan pangan seperti minyak thyme dan minyak bawang mampu meningkatkan umur simpan ikan asap karena memiliki efek antimikroba pada komponen fenolik pada minyak thyme yaitu *thymol* dan *carvacrol*, sedangkan minyak bawang putih mengandung *allicin*.

Penelitian oleh Khanipour & Mirzakhani (2013), ikan asap trout dengan pengemas vakum dan MAP serta pendinginan 0-2°C menunjukkan peningkatan bakteri seiring bertambahnya waktu penyimpanan dan tidak ada perbedaan signifikan pada *fungi* dan *yeast* sampai hari ke 10 penyimpanan. Penyebab munculnya mikroflora aerobik seperti jamur dalam kemasan vakum dapat disebabkan karena pelepasan udara yang tidak sempurna dari kemasan, kemampuan makanan dalam menangkap oksigen, periode penyimpanan serta suhu (Vermieren *et al.*, 1999; Smith *et al.*, 1986; Matos *et al.*, 2005 dikutip dalam Khanipour & Mirzakhani, 2013). Umur simpan ikan trout dengan pengemas MAP dan penyimpanan dingin adalah 40 hari. Pengemasan dengan metode vakum dan MAP memiliki efek untuk mencegah pertumbuhan mikroba karena tidak adanya O₂ dan dengan adanya CO₂. Tingkat maksimum total bakteri untuk ikan asap adalah 7 log cfu/g (ICMSF, 1986 dikutip dalam Khanipour & Mirzakhani, 2013) dan tingkat penerimaan *yeast* dalam produk ikan asap adalah 4 log cfu/g (Leroi *et al.*, 2001 dikutip dalam Khanipour & Mirzakhani, 2013)

Penelitian Baten *et al.* (2020), pada ikan asap saury pasifik dengan pengolahan *hot-smoked* menunjukkan pertumbuhan bakteri setelah penyimpanan 18 hari pada penyimpanan suhu 15°C dan umur simpan dapat diperpanjang 32 hari pada penyimpanan suhu 10°C. Sehingga dapat diketahui bahwa suhu merupakan hal penting dalam pertumbuhan bakteri pada produk ikan. Pada penyimpanan suhu 10°C tidak ditemukan pertumbuhan bakteri, namun pada suhu 15°C pertumbuhan bakteri muncul setelah 18 hari.

Penelitian Dondero *et al.* (2004), ikan asap salmon dengan pengolahan *cold-smoked*, pengemasan vakum dan penyimpanan dingin tidak terdeteksi mikroorganisme patogen

dan jumlah *yeast* dan *fungi* yang rendah. Menurut Truelstrup *et al.* (1996) yang dikutip dalam Dondero *et al.* (2004), menyatakan bahwa *yeast* dan *fungi* tidak dianggap penting pada pembusukan produk ikan asap. Ikan asap dengan pengolahan *cold smoked* dalam penyimpanan kondisi aerobik dapat menyebabkan pembusukan yang lebih cepat dibandingkan pada pengemasan vakum dan MAP. Sehingga ikan asap dengan penyimpanan suhu 0°C memiliki umur simpan terpanjang yaitu 26 hari sedangkan pada suhu 2°C, 4°C, 6°C dan 8°C masing-masing adalah 21, 20, 10 dan 7 hari. Hal ini juga sesuai dengan penelitian oleh Leroi *et al.* (1998), pada ikan asap salmon vakum dengan penyimpanan suhu 8°C, jumlah bakteri aerobik meningkat cepat dalam 6 hari penyimpanan dan mencapai batas pada 2 minggu penyimpanan. *Fungi* dan *yeast* jarang ditemukan selama penyimpanan. Lalu penelitian oleh Hobbs *et al.* (1969), juga menyatakan bahwa ikan asap dengan penyimpanan suhu 5°C memperlambat pertumbuhan toksin dan memiliki umur simpan 3-12 hari. Dari beberapa penelitian tersebut, maka, penyimpanan dingin dengan peningkatan umur simpan terpanjang adalah dengan suhu 0°C.

Penelitian Hammad & El-Mongy (1992), pada ikan asap salmon penyimpanan 2-3°C dosis 4 kGy dapat mengurangi bakteri aerobik mesofilik, psikrofilik dan menghancurkan total sel streptococci serta mengurangi jumlah *yeast* lebih besar dibandingkan dosis 2 kGy. Iradiasi mampu mengurangi presentase mikroorganisme, namun khamir merupakan mikroorganisme yang paling tahan dengan radiasi. Selama penyimpanan pada suhu 2-3°C terjadi peningkatan bakteri aerobik mesofilik, psikrofilik, lactobacillus dan *yeast*, namun peningkatan tersebut jauh lebih tinggi pada sampel yang tidak diberi tambahan perlakuan iradiasi. Sampel kontrol mencapai penolakan dari jumlah bakteri aerob mesofilik setelah penyimpanan 1 bulan pada suhu 2-3°C sedangkan pada sampel yang diiradiasi 2 dan 4 kGy dapat mencapai tingkat penolakan masing-masing setelah 3 dan 4 bulan. Umur simpan ikan asap salmon dengan iradiasi 4 kGy lebih lama dibanding dosis 2kGy yaitu 4 bulan. Namun terdapat perbedaan dengan penelitian Su *et al.* (2004), pada ikan asap salmon dengan penyimpanan suhu 5°C memiliki nilai ALT yang tidak terdeteksi dengan iradiasi dosis 1-4 sampai hari ke 8 dan pada dosis iradiasi 1-3 kGy hari ke 28 sudah rusak, namun pada dosis 4 kGy ditemukan bakteri 3,75 log CFU/g yang berarti masih dibawah ambang batas penolakan. Maka, perlakuan iradiasi dengan dosis 4kGy pada ikan asap dapat mempertahankan umur simpannya hingga 28-35 hari penyimpanan pada suhu

rendah. Berdasarkan penelitian terdahulu ikan asap dingin dengan perlakuan iradiasi dengan dosis 2 dan 4 kGy mampu bertahan 3-4 bulan pada suhu rendah, namun pada penelitian yang lebih baru, memiliki hasil bahwa ikan asap dingin dengan perlakuan iradiasi dosis 4 kGy hanya mampu mempertahankan umur simpan hingga 29-35 hari saja pada suhu rendah. Hal ini dapat disebabkan karena berbagai macam faktor seperti kondisi selama proses pengolahan maupun penyimpanan yang dapat mempengaruhi hasil akhir produk.

Penelitian Erkan *et al.* (2011), pada ikan asap salmon dengan penyimpanan 2°C memiliki jumlah bakteri yang rendah dengan perlakuan *high pressure* 250 MPa/ 3°C/ 5menit dan 250MPa/25°C/10menit selama 8 hari penyimpanan dan dapat diterima sampai 8 minggu. ALT pada perlakuan kontrol selama periode penyimpanan telah melebihi nilai 6 log cfu/g yang menandakan ikan asap telah melewati batas penerimaan (Erkan, 2007 dikutip dalam Erkan *et al.*, 2011). Sedangkan pada sampel dengan penambahan perlakuan *high pressure* dapat menghambat penambahan ALT selama periode penyimpanan. Pada penelitian oleh Montiel *et al.* (2013), ikan asap salmon dengan perlakuan iradiasi dosis 3 dan 4 menurunkan nilai ALT ketinggian tidak terdeteksi dan tetap dibawah 5 dan 6 log cfu/g dengan penyimpanan dingin sampai hari ke 28 untuk dosis iradiasi 1kGy dan 35 hari untuk sampel dengan dosis iradiasi 3 dan 4kGy. ALT berkurang dengan perlakuan *high pressure*, namun meningkat selama penyimpanan suhu dingin. Nilai ALT sampel dengan perlakuan *high pressure* dan penyimpanan suhu dingin tetap dibawah 6 log cfu/g sampai 28 dan 35 hari penyimpanan. Masa simpan salmon dapat dilipat gandakan pula dengan perlakuan *high pressure* tekanan 450 MPa selama 5 menit.

Penelitian da Silva *et al.* (2017), pada ikan asap nila dengan pengolahan *liquid smoked* menurunkan jumlah bakteri mesofilik dan psikrotrofik secara signifikan dan meningkatkan umur simpannya. Setelah 30 hari penyimpanan pada suhu 4°C, sampel ikan asap dengan pengolahan *liquid smoked* memiliki jumlah bakteri mesofilik 4,54 log cfu/g dan jumlah bakteri psikrotrofik 8,05 log cfu/g. Ikan asap dengan pengolahan *liquid smoked* secara signifikan menurunkan jumlah bakteri mesofilik dan psikrotrofiknya. Hal ini disebabkan karena aktivitas antimikroba pada pengasapan yang memiliki kandungan fenol, karbonil dan asam organik. Selain itu pada penelitian Muratore & Licciardello (2005), ikan asap todak dengan pengolahan *liquid smoked* dan pengemasan vakum serta MAP dengan pendinginan 4°C memiliki jumlah bakteri mesofilik yang tidak berubah

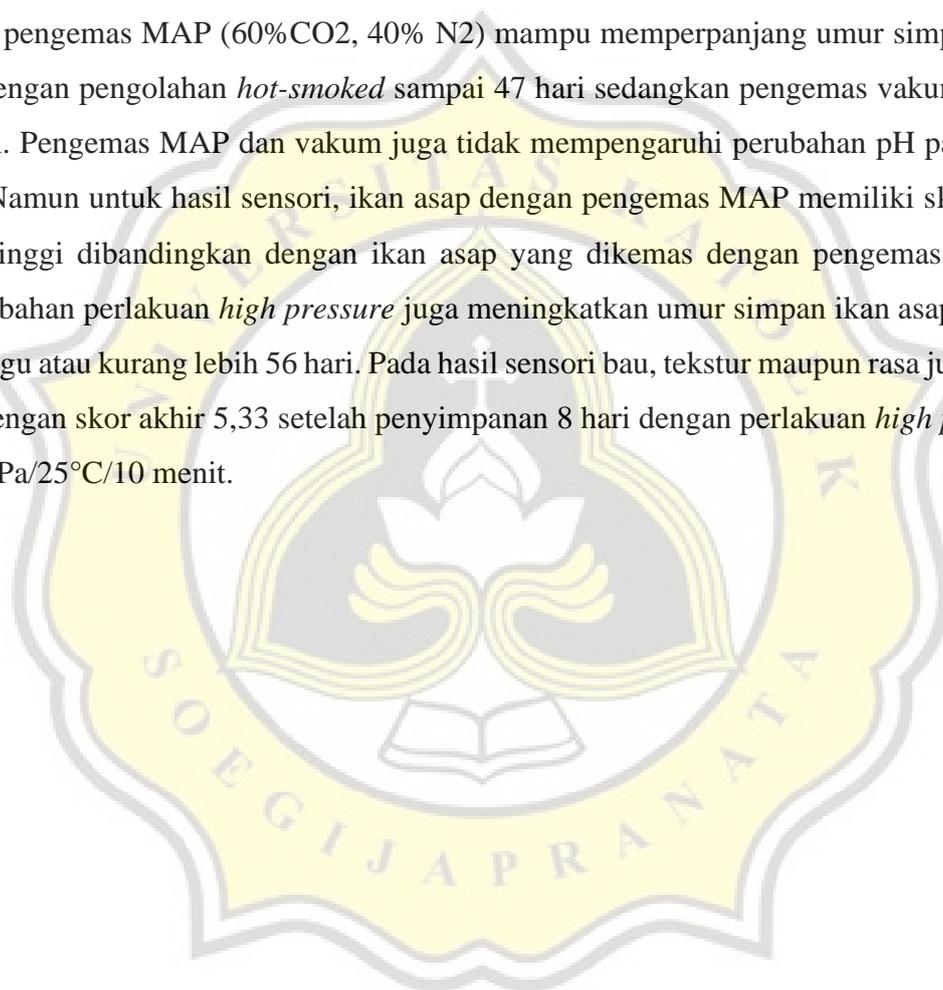
secara signifikan dengan pengemasan vakum maupun MAP hingga 15 dan 21 hari. Mikroorganisme bukan satu-satunya faktor yang menyebabkan pembusukan karena harus melihat pula antara jumlah total mikroorganisme serta kualitas sensori produk. Pertumbuhan mikroba lebih cepat pada ikan asap yang dikemas dengan MAP daripada pengemasan vakum. Hal ini disebabkan karena jumlah O₂ pada produk yang lebih tinggi pada kemasan MA yang dapat mendukung pertumbuhan bakteri pembusuk khususnya pada BAL yang menjadi salah satu bakteri utama penyebab pembusukan pada ikan asap (Stohr *et al.* 2001 dikutip dalam Muratore & Licciardello, 2005). Namun 50% kandungan CO₂ pada pengemas MA dapat menghambat pertumbuhan mikroba. Umur simpan ikan tidak adalah 42 hari dengan kemasan vakum dan 12 hari dengan pengemasan MAP. Sehingga perlu dilakukan evaluasi komposisi gas pada pengemas MA agar dapat memperpanjang umur simpan ikan asap.

Berdasarkan karakteristik mikrobiologi dan umur simpan pada ikan asap, maka dapat diketahui bahwa penyimpanan suhu 0°C mampu mempertahankan umur simpan ikan asap hingga 26 hari, Pengemasan ikan asap dengan MAP (60%CO₂, 40%N₂) dengan pengolahan *hot smoked* dapat mempertahankan ikan asap hingga 47 hari. Selain itu pengolahan dengan kondisi *high pressure* 250MPa/3°C/5menit dan 250MPa/25°C/10menit dengan suhu 2°C mampu mempertahankan umur simpan ikan asap hingga 56 hari.

Umur simpan produk ikan asap dapat dipengaruhi oleh mikroba awal ikan, mikroflora, bahan pengemas, metode produksi, ukuran, kualitas bahan baku, suhu penyimpanan dan metode pengemasan (Dondero *et al.*, 2004). Beberapa faktor utama kontaminasi bakteri pada produk laut adalah kontaminasi bahan baku dari lingkungan dan proses pengolahan, serta kondisi selama penyimpanan yang mempengaruhi pertumbuhan bakteri seperti suhu, aw, pH dan interaksi mikroba) (Løvdal 2015 dikutip dalam da Silva *et al.*, 2017). Sehingga berdasarkan penelitian-penelitian tersebut, memang terdapat berbagai perbedaan hasil umur simpan antar penelitian yang disebabkan oleh beberapa faktor-faktor tersebut seperti bagaimana metode produksi saat penelitian berlangsung, juga kualitas dari bahan baku ikan tersebut, suhu penyimpanan selama penelitian berlangsung dan juga pengemasan yang digunakan. Maka, memang tidak ada patokan pasti mengenai umur simpan pada produk ikan asap, namun terdapat beberapa kombinasi-kombinasi pengolahan, pengemasan dan penyimpanan yang mampu mempertahankan serta

memperpanjang umur simpan ikan asap dibandingkan dengan perlakuan kontrolnya. Selain itu, terlepas dari teknik pengolahan, pengemasan maupun penyimpanan pada produk ikan asap, penambahan bahan pangan seperti minyak thyme ataupun minyak bawang putih juga mampu menambah umur simpan dari produk ikan asap dibandingkan dengan perlakuan kontrol.

Berdasarkan karakteristik kimia, sensori maupun mikrobiologi ikan asap dalam berbagai pengolahan, penyimpanan maupun pengemasan yang berbeda. Maka dapat diketahui bahwa pengemas MAP (60%CO₂, 40% N₂) mampu memperpanjang umur simpan ikan asap dengan pengolahan *hot-smoked* sampai 47 hari sedangkan pengemas vakum hanya 33 hari. Pengemas MAP dan vakum juga tidak mempengaruhi perubahan pH pada ikan asap. Namun untuk hasil sensori, ikan asap dengan pengemas MAP memiliki skor yang lebih tinggi dibandingkan dengan ikan asap yang dikemas dengan pengemas vakum. Penambahan perlakuan *high pressure* juga meningkatkan umur simpan ikan asap hingga 8 minggu atau kurang lebih 56 hari. Pada hasil sensori bau, tekstur maupun rasa juga tetap baik dengan skor akhir 5,33 setelah penyimpanan 8 hari dengan perlakuan *high pressure* 250 MPa/25°C/10 menit.



3.5. Karakteristik Kimia, Sensori, dan Mikrobiologi Produk Bandeng Presto

Tabel 23. Karakteristik Kimia Bandeng Presto

No	Jenis Ikan	Pengolahan	Pengemasan	Penyimpanan	Kadar Air	Lemak	Protein	pH	Histamin	Sumber
1	Ikan Payau	Presto suhu 115°C, tekanan 1 atm selama 60 menit	Vakum	Penyimpanan suhu ruang	61,54%	6,59%	26,87 %	-	-	Purnamayati <i>et al.</i> (2018)
2	Ikan Payau	Pemasakan 2, 3, dan 4 jam	-	-	Pemasakan 2 jam: 41,93%	Pemasakan 2 jam: 4,11%	Pemasakan 2 jam: 14,24%	-	-	Kurniasih (2017)
					Pemasakan 3 jam: 45,24%	Pemasakan 3 jam: 5,01%	Pemasakan 3 jam: 16,86%			
					Pemasakan 4 jam: 52,38%	Pemasakan 4 jam: 5,46%	Pemasakan 4 jam: 18,05%			
3	Ikan Payau	Pemasakan 30 menit, 60 menit dan 90 menit dengan suhu 121°C & tekanan 15psi	-	-	Segar: 72,23%	-	-	-	-	Hadiwiyoto & Naruki (1999)
					Pemasakan 30 menit: 63,29%					
					Pemasakan 60 menit: 61,49%					

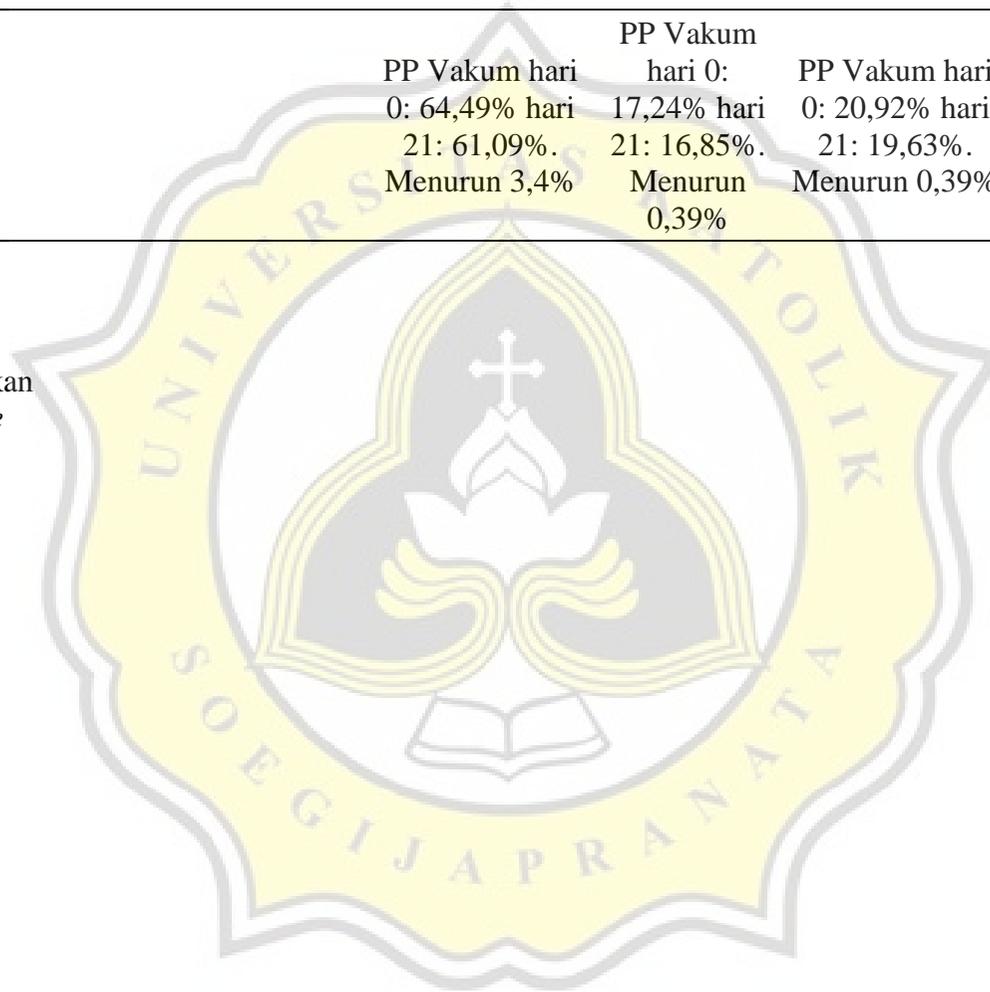
No	Jenis Ikan	Pengolahan	Pengemasan	Penyimpanan	Kadar Air	Lemak	Protein	$\frac{P}{H}$	Histamin	Sumber
					Pemasakan 90 menit: 61,06%					
4	Ikan Payau	Pemasakan dengan suhu 121°C dengan tekanan 15psi selama 60 menit	-	-	65,05%	3,93%	16,60% Pengkukusan atau penggorengan bandeng presto segar maupun yang telah disimpan 0- 16 hari pada suhu 4-6°C menurunkan protein terlarutnya (data tidak ditampilkan)	-	-	Hadiwiyoto <i>et al.</i> (1999)
5	Ikan Payau	Penambahan kulit bawang putih dan daun jeruk purut. Pemasakan dengan suhu 115°C selama 90 menit		Suhu Ruang	Penggunaan konsentrasi kulit bawang putih dan daun jeruk tidak berpengaruh nyata terhadap kadar air bandeng presto pada hari ke-1 Kadar air hari 6 mengalami penurunan dibanding pada kadar air hari 1	-	-	-	-	Rathamy <i>et al.</i> (2019)

No	Jenis Ikan	Pengolahan	Pengemasan	Penyimpanan	Kadar Air	Lemak	Protein	pH	Histamin	Sumber
6	Ikan Payau	Iradiasi dosis 7,5 kGy dengan laju dosis 10 kGy/jam.	Vakum (PE)	Dibekukan dengan <i>freezer</i> pada suhu -18°C selama 48 jam	Iradiasi 0 kGy: 54,05% dan 7,5 kGy 54,40 %	Dosis 7,5 kGy: 54,40%	Dosis 7,5 kGy: kadar asam amino mengalami perbedaan yang nyata	-	-	Nilatany <i>et al.</i> (2015)
7	Ikan Payau	Pengeringan (0 jam dan 4 jam) dimasak dengan <i>highpressure cooker</i> dengan menggunakan oven listrik (50°C) 1.5 jam	-	Penyimpanan suhu kamar (5 hari)	Pengeringan 0 jam. Hari 1: 64,40. Hari 3: 65,71. Hari 5: 65,17. Meningkat 1,2% Pengeringan 4 jam. Hari 1: 55,91. Hari 2: 60,62. Hari 3: 60,19. Meningkat 7,66%	-	-	-	-	Agustiari <i>et al.</i> (2018)
8	Ikan Payau	-	Vakum (PP)	Lama penyimpanan (hari ke 0, 7, 14 dan 21)	PP Non Vakum hari 0: 61,24% hari 21: 63,38% Meningkat 2,1%	PP Non Vakum hari 0: 8,89% hari 21: 12,39% Meningkat 3,5%	PP Non Vakum hari 0: 8,89% hari 21: 12,39% Meningkat 3,5%	-	-	Nursafira <i>et al.</i> (2021)

No	Jenis Ikan	Pengolahan	Pengemasan	Penyimpanan	Kadar Air	Lemak	Protein	pH	Histamin	Sumber
					PP Vakum hari 0: 64,49% hari 21: 61,09%. Menurun 3,4%	PP Vakum hari 0: 17,24% hari 21: 16,85%. Menurun 0,39%	PP Vakum hari 0: 20,92% hari 21: 19,63%. Menurun 0,39%			

Keterangan:

- : Tidak dijelaskan
- PP : *Polypropylene*
- PE : *Polyethylene*



Karakteristik kimia diukur secara objektif dari nilai gizi atau kandungan dalam suatu produk. Produk bandeng presto memiliki beberapa karakteristik kimia yang dapat diukur antara lain seperti kadar air, protein, lemak. Pada tabel 23. diatas terdapat beberapa data perubahan kualitas kimia untuk produk bandeng presto yang dengan berbagai kondisi pengolahan, pengemasan dan penyimpanan. Penelitian Purnamayati *et al.* (2018), pada bandeng presto yang dimasak dengan suhu 115°C selama 60 menit dengan pengemasan vakum dan penyimpanan suhu ruang memiliki kadar air sebesar 61,54%. Kadar lemak sebesar 6,59% dan FFA vakum hari ke 6 lebih rendah namun baik bandeng presto dengan kemasan vakum dan non vakum mengalami peningkatan FFA selama peningkatan lama penyimpanannya. Bandeng presto dengan pengemas non vakum memiliki FFA yang lebih tinggi dibanding bandeng presto pengemas vakum karena ketersediaan oksigen dalam kemasan. Oksigen yang berada dalam produk bandeng presto non vakum dapat memicu terjadinya hidrolisis lemak. Terjadinya hidrolisis lemak karena aktivitas lipase dan fosfolipase yang kemudian menghidrolisis fosfolipid dan trigliserida dan akhirnya menjadi FFA (Taheri & Motallebi, 2012 dikutip dalam Purnamayanti *et al.* 2018). Kemudian kadar protein bandeng presto adalah sebesar 26,87%. Berdasarkan USDA (2019), bandeng presto yang dimasak memiliki kadar air 62,6%; kadar lemak 8,63%; dan kadar protein 26,3%. Jika dibandingkan dengan hasil penelitian Purnamayati *et al.* (2018) dengan bandeng yang dimasak dengan suhu 115°C dan pengemasan vakum; hasil kadar air, protein dan lemak tidak berbeda jauh dengan standar yang ada di USDA.

Penelitian oleh Kurniasih (2017), bandeng presto dengan pemasakan 4 jam memiliki kandungan kadar air, lemak dan protein yang lebih tinggi dibanding pemasakan 2 jam dan 3 jam. Peningkatan kadar air dapat berasal dari uap air *pressure cooker* yang kemudian menetes dan menempel pada produk. Semakin tinggi kadar air suatu produk pangan, maka akan mengurangi umur simpan produk tersebut (Kusnandar 2010 dikutip dalam Kurniasih 2017). Menurut Tapotubun *et al.* (2008) dalam Kurniasih (2017), kandungan protein ikan dapat meningkat karena adanya proses pengolahan dengan penambahan garam serta suhu tinggi yang menyebabkan ikan mengeluarkan kadar airnya sehingga akan membuat kadar protein yang lebih terkonsentrasi. Sedangkan kadar lemak yang menurun selama penambahan waktu pemasakan dapat disebabkan karena terjadi kerusakan lemak selama proses pengolahan karena pemanasan dapat membuat lemak

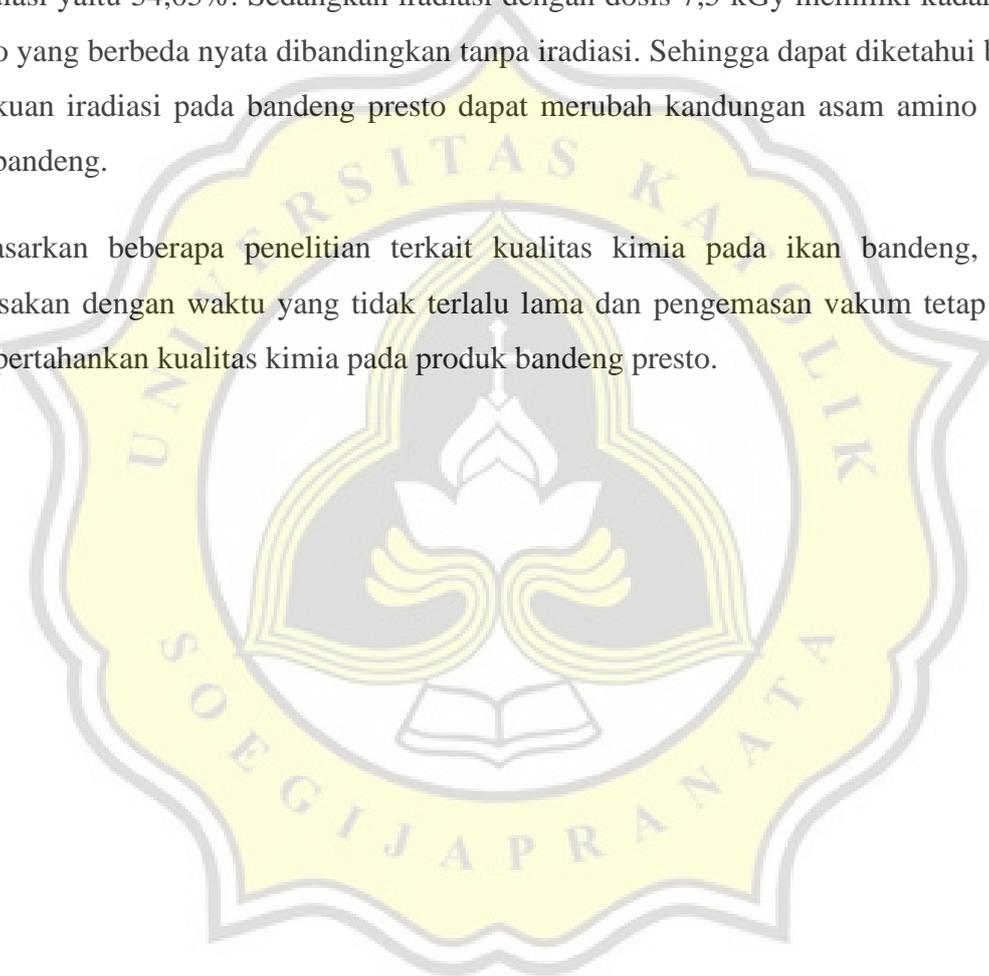
hilang karena membentuk senyawa volatil karbonil, asam keton dan lain sebagainya (Suliantari, 2001 dikutip dalam Kurniasih, 2017).

Penelitian Agustiari *et al.* (2018), pada bandeng presto dengan penyimpanan suhu kamar dan pengeringan 4 jam, memiliki kadar air yang lebih rendah dibanding pengeringan 0 jam. Hal ini dapat terjadi karena pengeringan akan membuat kandungan air dalam bandeng ikut menguap sehingga dihasilkan kadar air yang lebih rendah dibandingkan dengan yang tidak melalui proses pengeringan. Penelitian Nursafira *et al.* (2021), pada bandeng presto yang divakum memiliki kadar air yang lebih rendah dengan pengemas non vakum dan menurun 3,4% setelah penyimpanan 21 hari. Kadar lemak dan protein pada pengemas vakum lebih tinggi dibandingkan pengemas non vakum, namun tetap menurun 0,39% setelah penyimpanan 21 hari. Hal ini sesuai dengan Yanti *et al.* (2008) yang dikutip dalam Mulyono *et al.* (2019), yang menyatakan bahwa pengemasan menggunakan jenis plastik *polypropylene* (PP) dapat menurunkan tingkat kadar air, mempertahankan kadar protein. Selain itu pengemas vakum mampu menurunkan nilai pH, dan menekan total koloni bakteri. Teknik pengemasan vakum juga telah terbukti dapat memperpanjang umur simpan produk pangan.

Pada penelitian Hadiwiyoto & Naruki (1999), kadar air bandeng presto tertinggi pada pemasakan 30 menit dan terendah pada pemasakan 90 menit sebesar 61,6%. Hal ini dapat disebabkan karena semakin lama waktu pemasakan kadar air menurun karena proses pemanasan dapat terjadi penguapan atau pelepasan kadar air dalam tubuh ikan (Susilo *et al.* 2014 dikutip dalam Kurniasih, 2017). Dari hasil penelitian Hadiwiyoto & Naruki (1999) berbeda dengan penelitian Kurniasih (2017), yaitu hasil kadar air yang meningkat seiring lamanya waktu pemasakan dan pada penelitian Hadiwiyoto & Naruki (1999) kadar air menurun. Hal ini dapat dipengaruhi oleh keadaan selama proses pemasakan seperti menetesnya uap air yang menetes pada produk. Pada penelitian oleh Hadiwiyoto *et al.* (1999), bandeng presto yang dimasak dengan suhu 121°C selama 60 menit memiliki kadar air, lemak, dan protein masing-masing 65,05%, 3,93% dan 16,60%. Dari hasil penelitian tersebut jika dibandingkan dengan standar USDA pada bandeng yang dimasak, kadar air tidak begitu berbeda, namun pada kadar lemak dan protein cukup berbeda. Hal ini dapat disebabkan karena perbedaan waktu selama proses pemanasan, semakin lama waktu pemasakan kadar air akan menurun sehingga kadar lemak dan protein lebih

terkonsentrasi sehingga terjadi peningkatan. Penelitian oleh Rathamy *et al.* (2019), pada bandeng presto yang ditambah dengan kulit bawang putih dan daun jeruk tidak berpengaruh terhadap kadar air hari ke 1 namun menurun pada hari ke 6 penyimpanan pada suhu ruang. Penambahan bawang putih dan daun jeruk pada pembuatan bandeng presto tidak berpengaruh pada kadar air. Penelitian oleh Nilatany *et al.* (2015), pada bandeng presto yang diiradiasi dengan dosis 7,5 kGy dan penyimpanan *freezer* terjadi peningkatan kadar air 54,40% dan tidak berbeda jauh dengan bandeng presto yang tidak diiradiasi yaitu 54,05%. Sedangkan iradiasi dengan dosis 7,5 kGy memiliki kadar asam amino yang berbeda nyata dibandingkan tanpa iradiasi. Sehingga dapat diketahui bahwa perlakuan iradiasi pada bandeng presto dapat merubah kandungan asam amino dalam ikan bandeng.

Berdasarkan beberapa penelitian terkait kualitas kimia pada ikan bandeng, maka memasak dengan waktu yang tidak terlalu lama dan pengemasan vakum tetap dapat mempertahankan kualitas kimia pada produk bandeng presto.



Tabel 24. Karakteristik Sensori Bandeng Presto

No	Jenis Ikan	Pengolahan	Pengemasan	Penyimpanan	Bau	Tekstur	Rasa	Warna	Total Nilai Organoleptik	Sumber
1	Ikan Payau	Presto suhu 115°C, tekanan 1 atm selama 60 menit	Vakum	Penyimpanan suhu ruang	Vakum hari 0: 7,97. Hari 3: 7,17. Hari 6: 5,50. Menurun 30,99%	Vakum hari 0: 8,20. Hari 3: 7,17. Hari 6: 6,43. Menurun 21,59%	Vakum hari 0: 8,03. Hari 3: 7,07. Hari 6: 5,50. Menurun 31,50%	Penurunan warna dari kuning keemasan yang ditunjukkan dengan nilai organoleptik 7-8 pada hari ke nol menjadi agak kusam	-	Purnamayati <i>et al.</i> (2018)
2	Ikan Payau	Pemasakan 2, 3, dan 4 jam	-	-	Pemasakan 2 jam: 7,83 Pemasakan 3 jam: 7,93 Pemasakan 4 jam: 8,37	Pemasakan 2 jam: 7,53 Pemasakan 3 jam: 7,70 Pemasakan 4 jam: 8,63	Pemasakan 2 jam: 8,30 Pemasakan 3 jam: 8,10 Pemasakan 4 jam: 8,20	-	-	Kurniasih (2017)
3	Ikan Payau	Pemasakan 30 menit, 60 menit dan 90 menit dengan suhu 121°C & tekanan 15psi	-	-	-	-	-	-	Kesukaan panelis adalah bandeng presto dengan waktu pemasakan 60 menit	Hadiwiyoto & Naruki (1999)

No	Jenis Ikan	Pengolahan	Pengemasan	Penyimpanan	Bau	Tekstur	Rasa	Warna	Total Nilai Organoleptik	Sumber
4	Ikan Payau	Pengeringan (0 jam dan 4 jam) dimasak dengan <i>high pressure cooker</i> dengan menggunakan oven listrik (50°C) 1,5 jam		Penyimpanan suhu kamar (5 hari)		Produk pengeringan 4 jam mengalami penurunan setelah penyimpanan 3 hari dan hari ke-5 mencapai nilai 4,9.	Hari ke-5 mencapai nilai 4,9. Produk bernilai rendah (4,6 dan 4,9) keasaman mulai meningkat sehingga rasanya menjadi kurang gurih dan sedikit asam	-	-	Agustiari <i>et al.</i> (2018)
5	Ikan Payau		Vakum (PP)	Lama penyimpanan (hari ke 0, 7, 14 dan 21)	Perbedaan jenis kemasan dengan lama penyimpanan suhu dingin memberikan pengaruh yang berbeda nyata (p<0,05)	Perbedaan jenis kemasan dengan lama penyimpanan suhu dingin memberikan pengaruh yang berbeda nyata (p<0,05)	Perbedaan jenis kemasan dengan lama penyimpanan suhu dingin memberikan pengaruh yang berbeda nyata (p<0,05).	-	-	Nursafira <i>et al.</i> (2021)

No	Jenis Ikan	Pengolahan	Pengemasan	Penyimpanan	Bau	Tekstur	Rasa	Warna	Total Nilai Organoleptik	Sumber
6	Ikan Payau	Sterilisasi 121°C selama 45 menit dan diulang 118°C selama 15 menit 3 atm	Vakum (HDPE; ketebalan 100 mikron)	Penyimpanan suhu kamar (26-32°C) dan suhu rendah (5-7°C),	Awal penyimpanan: Sterilisasi+Suhu Rendah 7,3; Akhir penyimpanan: Sterilisasi+Suhu Rendah 5,9	Awal penyimpanan: Sterilisasi+Suhu Rendah 6,3	Awal penyimpanan: Sterilisasi+Suhu Rendah 6,2	-	-	Saleh <i>et al.</i> (2017)
7	Ikan Payau	Pemasakan dengan suhu 115°C selama 90 menit Penambahan kulit bawang putih dan daun jeruk purut.		Suhu ruang	Skor: berkisar antara 1,7-3,95	Tidak ada beda nyata di semua perlakuan	Skor: berkisar antara 1,70-4,40	Skor: berkisar antara 1,3-4,55	-	Rathamy <i>et al.</i> (2019)

Keterangan:

- : Tidak dijelaskan

HDPE : *High Density Polyethylene*PP : *Polypropylene*

Karakteristik sensori pada produk bandeng presto dapat dinilai melalui beberapa aspek seperti aroma/bau, rasa, tekstur maupun warna. Pada tabel 24. diatas terdapat beberapa data perubahan kualitas sensori untuk produk bandeng presto dengan berbagai kondisi pengolahan, pengemasan dan penyimpanan. Pada penelitian Purnamayati *et al.* (2018), bandeng presto dengan pengolahan suhu 115°C selama 60 menit dengan pengemasan vakum dan penyimpanan suhu ruang memiliki hasil sensori bau, tekstur dan rasa yang lebih baik pada bandeng yang dikemas vakum sampai hari ke 6. Hal ini dapat terjadi karena pada bandeng presto yang dikemas vakum dapat menghambat reaksi oksidasi yang bisa merubah warna dan menghasilkan aldehid, keton maupun alkohol yang dapat membuat bandeng presto memiliki bau yang tak sedap (Ahmed *et al.*, 2016 dikutip dalam Purnamayati *et al.*, 2018). Namun, pada SNI 4106 : 2006 tentang persyaratan mutu dan keamanan ikan bandeng presto, nilai organoleptik minimal bandeng presto adalah 7 dalam skala 1-9. Sehingga jika dilihat dari hasil penelitian Purnamayati *et al.* (2018), bandeng presto vakum dengan penyimpanan suhu ruang hanya mampu mempertahankan kualitas sensorinya sampai pada hari ke 3 karena pada hari ke 6 hasil menunjukkan skor dibawah 7. Selain itu terjadi penurunan warna dari kuning keemasan dengan nilai organoleptik 7-8 menjadi agak kusam dalam konteks warna bandeng presto yang divakum masih sesuai dengan SNI bandeng presto. Hal ini dapat terjadi karena terdapat oksigen dalam kemasan yang dapat menyebabkan terjadinya reaksi oksidasi dan menyebabkan penurunan kualitas warna (Gaikwad *et al.*, 2018 dikutip dalam Purnamayati *et al.*, 2018).

Pada penelitian Kurniasih (2017), tentang bandeng presto dengan berbagai waktu pemasakan menunjukkan hasil sensori terbaik untuk bau dan tekstur pada pemasakan 4 jam dan rasa terbaik pada pemasakan 2 jam. Sehingga semakin lama pemasakan pada bandeng presto akan menurunkan nilai organoleptik aroma dan tekstur namun meningkatkan nilai organoleptik rasa. Penelitian Agustiari *et al.* (2018), ikan bandeng presto dengan penyimpanan suhu kamar dan pengeringan 4 jam memiliki penurunan tekstur setelah 5 hari dengan nilai 4,9 dan rasa pada hari ke 5 bernilai rendah 4.6 dan 4.9 dengan tingkat keasaman mulai meningkat dan rasa gurih berkurang. Hasil tersebut sudah melewati batas minimal nilai organoleptik berdasarkan SNI bandeng presto. Pada penelitian Nursafira *et al.* (2021), bandeng presto dengan pengemas vakum PP dan lama penyimpanan 0, 7, 14 dan 21 hari tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap

penilaian sensori bau, tekstur dan rasa. Bandeng presto selama penyimpanan 21 hari dengan pengemas vakum PP dapat menahan perubahan nilai organoleptik bau karena belum timbul bau asam. Pengemas PP memiliki sifat permeabilitas gas yang sedang dibanding pengemas jenis PE sehingga tak mudah menyerap oksigen yang berada pada luar kemasan dan mengurangi resiko terjadinya reaksi oksidasi. Parameter rasa dengan pengemas vakum PP selama penyimpanan 21 hari juga memiliki rasa hambar, namun jika menggunakan pengemas PE rasanya telah menjadi asam. Bandeng merupakan bahan pangan yang memiliki protein yang cukup tinggi dan bila terjadi kerusakan karena aktivitas mikroba akan menghasilkan rasa asam. Pengemas PP memiliki permeabilitas gas yang sedang sehingga dapat memperlambat proses penguraian protein untuk bandeng presto. Begitupula untuk tekstur bandeng presto selama 21 hari penyimpanan dengan pengemas vakum PP lebih baik dalam menahan perubahan tekstur agar tetap padat sedangkan pada pengemas vakum PE memiliki tekstur yang lembek. Hal ini disebabkan karena pengemas PP bersifat kedap air serta uap air dan pada keadaan vakum dapat menghambat sirkulasi udara dan uap air yang menyebabkan aktivitas pertumbuhan mikroorganisme terhambat dan menghambat pelunakan tekstur pada bandeng presto (Syarief *et al.*, 1989 dikutip dalam Nursafira *et al.*, 2021).

Pada penelitian oleh Saleh *et al.* (2017), ikan bandeng presto yang disterilisasi dan disimpan pada suhu rendah memiliki nilai sensori bau yang lebih rendah dibanding penyimpanan suhu kamar. Namun pada perlakuan sterilisasi dan penyimpanan suhu rendah memiliki nilai sensori rasa dan tekstur yang lebih tinggi dibanding penyimpanan suhu kamar. Tetapi tidak ditemukan perbedaan atau perubahan yang nyata. Sehingga perlakuan sterilisasi tetap dapat menjaga kualitas sensori ikan bandeng. Selain itu, dapat diketahui bahwa penyimpanan suhu rendah menurunkan kualitas aroma/bau dari bandeng presto, namun meningkatkan kualitas rasa dan tekstur. Berdasarkan persyaratan mutu dan keamanan ikan bandeng presto SNI 4106 : 2006 memiliki batas minimal 7 untuk nilai organoleptiknya pada skala 1-9. Sehingga jika dilihat pada penelitian Saleh *et al.* (2017), nilai sensori pada perlakuan sterilisasi 118°C dengan tekanan 3 atm selama 15 menit baik pada awal penyimpanan suhu ruang maupun suhu rendah telah memenuhi persyaratan SNI 4106 : 2006. Namun setelah 30 hari penyimpanan, nilai organoleptik masih di atas ambang penerimaan panelis dengan kisaran skor 5, namun jika dibandingkan dengan standar SNI sudah melewati batas minimal untuk nilai organoleptiknya.

Pada penelitian Hadiwiyoto & Naruki (1999), bandeng presto dengan pemasakan 60 menit memiliki hasil sensori yang disukai panelis. Semakin lama waktu pemasakan akan membuat bentuk ikan menjadi rusak karena serat pada daging dan tulang ikan akan semakin hancur bila diberi perlakuan panas berlebih. Waktu pemasakan yang tepat pada pembuatan bandeng presto adalah 60 menit karena tekstur daging dan tulang yang belum terlalu rapuh tetapi tidak keras. Sehingga berdasarkan analisis tersebut, bandeng presto memiliki hasil yang baik pada perlakuan sterilisasi suhu 121°C dengan tekanan 15 psi selama 60 menit. Terakhir pada penelitian oleh Rathamy *et al.* (2019), bandeng presto yang ditambah dengan bahan kulit bawang putih dan daun jeruk purut dengan penyimpanan suhu ruang memiliki hasil sensori dengan skala 1-5 untuk skor bau 1,7-3,95. Aroma/ bau pada ikan segar tidak berbau busuk atau asam yaitu berbau khas seperti daging segar. Perubahan-perubahan pada bau daging dapat disebabkan karena beberapa faktor yaitu jenis hewan, umur daging, jenis kelamin, maupun lama waktu dan kondisi penyimpanannya. Panelis menyukai bau dengan perlakuan penambahan kulit bawang putih dan daun jeruk purut masing-masing 1,5%. Hasil sensori untuk tekstur tidak berbeda nyata pada semua perlakuan. Hal ini dapat dikarenakan kadar air pada hari ke 1 sampai hari ke 6 juga tidak berpengaruh nyata sehingga tekstur ikan tidak begitu berubah. Hasil sensori rasa berkisar antara 1,7-4,4 dengan hasil tertinggi dengan perlakuan penambahan kulit bawang putih dan daun jeruk purut masing-masing 2% dan hasil sensori warna berkisar antara 1,3-4,55 dan hasil tertinggi dengan perlakuan penambahan kulit bawang putih dan daun jeruk purut masing-masing 2%.

Berdasarkan beberapa karakteristik sensori bandeng presto dengan berbagai perlakuan. Maka dapat diketahui bahwa waktu pemasakan 60 menit memberikan hasil sensori yang disukai panelis dan pengemasan vakum dapat mempertahankan kualitas sensori bandeng presto sampai hari ke 3 pada suhu ruang. Penambahan perlakuan sterilisasi juga tidak berpengaruh nyata dalam kualitas sensori produk bandeng presto.

Tabel 25. Karakteristik Mikrobiologi Bandeng Presto

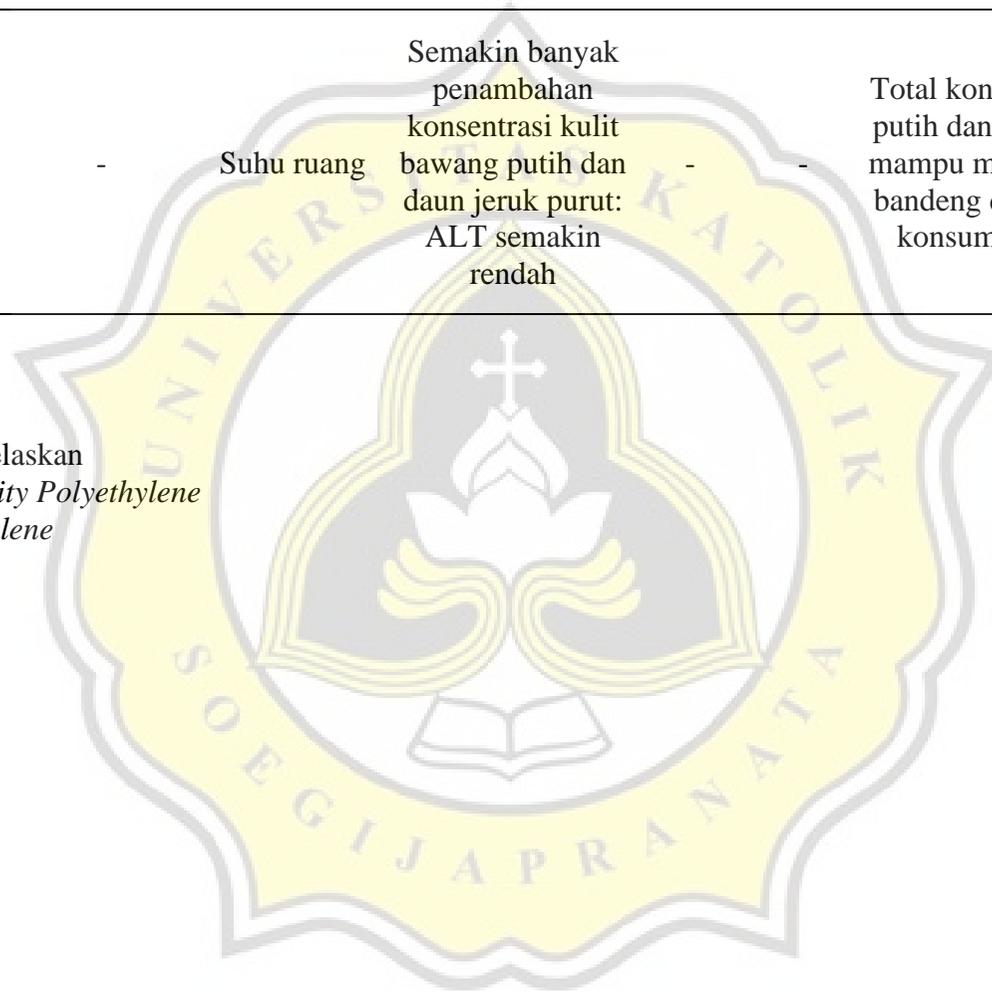
No	Jenis Ikan	Pengolahan	Pengemasan	Penyimpanan	Bakteri	Yeast	Fungi	Umur Simpan	Sumber
1	Ikan Payau	Presto suhu 115°C, tekanan 1 atm selama 60 menit	Vakum	Penyimpanan suhu ruang	-	-	-	Berdasarkan analisis organoleptik, bandeng presto yang dikemas vakum masih layak dikonsumsi sampai pada penyimpanan hari ketiga	Purnamayati <i>et al.</i> (2018)
2	Ikan Payau	Pengeringan (0 jam dan 4 jam) dimasak dengan <i>high pressure cooker</i> dengan menggunakan oven listrik (50°C) 1,5 jam	-	Penyimpanan suhu kamar (5 hari)	Pengeringan 0 jam. Hari 1: 4,42. Hari 3: 5,32. Hari 5: 5,45. Meningkatkan 23,3%	-	Munculnya jamur pada permukaan produk	Kualitas produk yang dikeringkan selama 4 jam lebih baik dan daya simpannya dapat mencapai hingga 3 hari dibandingkan dengan produk yang tidak dikeringkan.	Agustiari <i>et al.</i> (2018)

No	Jenis Ikan	Pengolahan	Pengemasan	Penyimpanan	Bakteri	Yeast	Fungi	Umur Simpan	Sumber
3	Ikan Payau	Sterilisasi 121°C selama 45 menit dan diulang 118°C selama 15 menit 3 atm	Vakum (HDPE; ketebalan 100 mikron)	Penyimpanan suhu kamar (26-32°C) dan suhu rendah (5-7°C),	Jumlah bakteri dan basa menguap, produk yang disterilkan dan disimpan pada suhu rendah adalah yang terbaik di antara tiga perlakuan	-	-	Sterilisasi pada 118°C selama 15 menit, produk dapat disimpan selama empat minggu pada suhu kamar, dan mampu menekan jumlah bakteri,	Saleh <i>et al.</i> (2017)
4	Ikan Payau	-	Vakum (PP)	Lama penyimpanan (hari ke 0, 7, 14 dan 21)	Perlakuan jenis kemasan memberikan pengaruh yang tidak berbeda nyata, sedangkan lama penyimpanan memberikan pengaruh yang berbeda nyata. Jumlah total mikroba $4,21 \times 10^5$ koloni/g	-	-	Perlakuan menggunakan jenis kemasan PP dengan teknik pengemasan vakum merupakan perlakuan dengan masa simpan yang optimal selama 21 hari pada suhu dingin	Nursafira <i>et al.</i> (2021)
								Vakum: umur simpan 1 minggu pada penyimpanan suhu kamar. suhu refrigerator: bertahan hingga 3 minggu, suhu beku (<i>freezer</i>): bertahan hingga 2 bulan	Muflihati <i>et al.</i> (2020)

No	Jenis Ikan	Pengolahan	Pengemasan	Penyimpanan	Bakteri	Yeast	Fungi	Umur Simpan	Sumber
5	Ikan Payau	Penambahan kulit bawang putih dan daun jeruk purut. Pemasakan dengan suhu 115°C selama 90 menit	-	Suhu ruang	Semakin banyak penambahan konsentrasi kulit bawang putih dan daun jeruk purut: ALT semakin rendah	-	-	Total konsentrasi kulit bawang putih dan daun jeruk purut 4% mampu mempertahankan mutu bandeng dengan kondisi layak konsumsi sampai hari ke 4	Rathamy <i>et al.</i> (2019)

Keterangan:

- : Tidak dijelaskan
 HDPE : *High Density Polyethylene*
 PP : *Polypropylene*



Pada Tabel 25. diatas terdapat beberapa data perubahan kualitas mikrobiologi untuk produk bandeng olahan dengan berbagai kondisi pengolahan, pengemasan dan penyimpanan. Pada penelitian Purnamayati *et al.* (2018), bandeng presto yang dikemas secara vakum dan dengan pengolahan presto suhu 115°C selama 60 menit memiliki umur simpan yang layak dikonsumsi sampai penyimpanan hari ke 3 pada suhu ruang. Hal ini berhubungan dengan kualitas sensori bandeng presto yang memenuhi SNI 4106 : 2006 dengan nilai minimum 7 sampai hari ke 3 penyimpanan suhu ruang. Pada penelitian Agustiari *et al.* (2018), bandeng presto yang dikeringkan selama 4 jam memiliki nilai total bakteri yang lebih rendah dibandingkan pengeringan 0 jam. Hal ini dapat terjadi karena proses pengeringan dengan oven listrik suhu 50°C telah menguapkan air yang terkandung pada produk sehingga pertumbuhan dan perkembangan mikroorganisme dapat dihambat. Kehidupan mikroorganisme sangat bergantung pada ketersediaan air sehingga proses metabolisme pada kehidupan mikroorganisme tak dapat berlangsung. Setelah 5 hari penyimpanan juga terdapat jamur pada permukaan produk. Sehingga kualitas produk yang dikeringkan selama 4 jam memiliki daya simpan mencapai 3 hari. Daya simpan tersebut sama seperti penelitian Purnamayati *et al.* (2018) dengan bandeng presto yang dimasak pada suhu 115°C selama 60 menit dengan pengemas vakum. Pengemasan secara vakum dapat menghambat pertumbuhan bakteri aerob (Nofreeana *et al.*, 2017).

Pada penelitian Nursafira *et al.* (2021), bandeng presto dengan perlakuan jenis kemasan seperti PP tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap jumlah bakteri, namun lama penyimpanan memberikan pengaruh yang berbeda nyata. Perlakuan menggunakan pengemas vakum akan memiliki masa simpan yang optimal selama 21 hari pada suhu penyimpanan dingin. Namun, penyimpanan pada suhu rendah tidak dapat membunuh seluruh mikroba dan hanya menghambat pertumbuhannya (Handayani *et al.*, 2014). Jumlah total mikroba pada bandeng presto yang disimpan selama 21 hari adalah $4,21 \times 10^5$ koloni/g. Jumlah tersebut masih dibawah batas yang ditetapkan SNI 4106 : 2006 yaitu 5×10^5 koloni/g. Jumlah mikroba yang terkandung dapat disebabkan karena adanya oksigen dan Aw yang dapat menjadi pendukung dari pertumbuhan mikroba. Sedangkan untuk pengemasan vakum mampu menghambat pertumbuhan mikroba dalam produk sehingga jumlah total mikroba lebih rendah jika dibandingkan dengan produk yang dikemas dengan teknik non vakum. Kondisi kedap udara dengan teknik pengemasan vakum mampu menekan pertumbuhan mikroba karena oksigen yang terkandung dalam

kemasan berkurang. Kemasan PP memiliki jumlah total mikroba yang lebih rendah jika dibandingkan dengan kemasan PE karena kemasan PP memiliki sifat permeabilitas pada uap air yang lebih rendah dibanding kemasan PE yang permeabilitas terhadap uap air lebih tinggi sehingga lebih mudah menyerap oksigen dan membuat peluang terjadinya pertumbuhan mikroba meningkat.

Penelitian oleh Saleh *et al.* (2017), pada bandeng presto yang disterilisasi 118°C selama 15 menit dan disimpan pada suhu ruang memiliki jumlah bakteri terendah dan proses sterilisasi pada bandeng presto dapat memberi umur simpan selama 4 minggu pada suhu kamar dan menekan jumlah bakteri. Penambahan perlakuan sterilisasi dengan suhu tinggi mampu membunuh seluruh jasad renik seperti bakteri, mikroba patogen serta spora (Wulandari *et al.*, 2009). Penelitian Muflihati *et al.* (2020), bandeng presto yang divakum memiliki umur simpan 1 minggu pada penyimpanan suhu kamar dan pada suhu *refrigerator* bertahan 3 minggu serta bandeng presto akan bertahan hingga 2 bulan pada penyimpanan suhu beku (*freezer*). Penyimpanan pada suhu rendah bahkan pada suhu beku tidak dapat membunuh seluruh mikroba dan hanya menghambat pertumbuhannya (Handayani *et al.*, 2014). Terdapat perbedaan hasil antara penelitian Muflihati *et al.* (2020) yang menyatakan bandeng presto bertahan selama 1 minggu pada suhu ruang, namun pada penelitian Purnamayati *et al.* (2018), bandeng presto dengan pengemas vakum hanya bertahan hingga 3 hari dengan kualitas sensori yang masih baik. Perbedaan hasil tersebut dapat terjadi karena perbedaan cara pemasakan maupun kondisi penyimpanannya. Selain itu, tidak dijelaskan pula kualitas sensori bandeng presto yang disimpan selama 1 minggu dalam penelitian Muflihati *et al.* (2020). Dan penelitian oleh Rathamy *et al.* (2019), bandeng presto yang semakin banyak penambahan konsentrasi kulit bawang putih dan daun jeruk purut: ALT semakin rendah. Total konsentrasi kulit bawang putih dan daun jeruk purut 4% mampu mempertahankan mutu bandeng dengan kondisi layak konsumsi sampai hari ke 4. Bahan tambahan seperti kulit bawang putih dan daun jeruk purut mampu meningkatkan umur simpan bandeng presto karena kulit bawang putih dan daun jeruk purut memiliki zat antimikroba sehingga dapat menghambat bahkan membunuh mikroba seperti *fungi*, bakteri *staphylococcus aureus* yang merupakan bakteri kontaminan termotabil yang sering berkembang atau bertumbuh pada produk ikan dengan lama penyimpanan tertentu.

Berdasarkan beberapa karakteristik mikrobiologi dari berbagai perlakuan untuk produk bandeng presto, maka perlakuan tambahan terbaik untuk memperpanjang umur simpan bandeng presto adalah dengan proses sterilisasi pada suhu 118°C selama 15 menit dapat memberi umur simpan bandeng presto selama 4 minggu pada suhu kamar dan menekan pertumbuhan mikroba.

Berdasarkan karakteristik kimia, sensori maupun mikrobiologi bandeng presto dalam berbagai pengolahan, penyimpanan maupun pengemasan yang berbeda. Maka, untuk mendapatkan kualitas bandeng presto yang baik dapat dilakukan dengan waktu pemasakan yang tidak terlalu lama dan dapat menggunakan pengemasan vakum karena dapat mempertahankan kualitas kimianya dan mempertahankan kualitas sensori bandeng presto sampai hari ke 3, selain itu proses pemasakan selama 60 menit memberikan hasil sensori yang disukai panelis. Penambahan perlakuan sterilisasi bandeng presto juga dapat meningkatkan umur simpan sampai 4 minggu dalam penyimpanan suhu kamar dan menekan pertumbuhan mikrobanya, namun sayangnya belum ada penelitian mengenai kualitas kimia maupun sensori bandeng presto dengan penambahan perlakuan sterilisasi. Penyimpanan suhu refrigerator dengan kemasan vakum juga mampu meningkatkan umur simpan hingga 3 minggu dan penyimpanan suhu beku dengan kemasan vakum hingga 2 bulan. Namun terdapat kurangnya data mengenai karakteristik kimia maupun sensori pada bandeng presto vakum pada suhu refrigerator dan beku.

Terlepas dari kelima produk *Ready to Eat* berbasis ikan yang telah saya bahas, teknik pengolahan yang terbaik untuk diaplikasikan pada produk pangan adalah *high pressure*. *High Pressure* merupakan pengolahan dengan tekanan tinggi hingga 600 MPa atau 6000 atm dengan waktu yang relatif singkat yaitu 3-10 menit. Pengolahan ini saya pilih karena mampu mempertahankan tekstur dan rasa segar pada produk karena merupakan teknik pemrosesan produk pangan tanpa pemanasan (*non-thermal*). Selain itu, pengolahan *high pressure* juga dapat meningkatkan keamanan mikrobiologis dan umur simpan produk melalui inaktivasi mikroba patogen dan pembusuk, serta beberapa enzim dapat terinaktivasi. Tekanan dapat menyebabkan pengurangan volume membran bilayer dan luas penampang per molekul fosfolipid sehingga dapat mempengaruhi permeabilitas membrane sel dan mengakibatkan kerusakan atau kematian pada sel. Membran sel umumnya dianggap sebagai target utama kerusakan karena tekanan. Pengolahan *high pressure* juga menggunakan tekanan isostatik yang seragam dan distribusi suhu adiabatik

yang dapat menjangkau ke seluruh produk. Prinsip teknik *high pressure* adalah mempengaruhi ikatan non kovalen (hidrogen, ionik dan ikatan hidrofobik karena ikatan non kovalen sangat sensitif dengan tekanan. Namun, tidak memutus ikatan kovalen sehingga memiliki efek minimal pada karakteristik kimia produk dan dapat mempertahankan kualitas produk (Montiel *et al.*, 2013).

Pengemasan dan penyimpanan yang menurut saya terbaik adalah pengemasan kaleng ataupun *modified atmosphere*. Pengemasan kaleng yang memiliki sifat hermetis mampu membuat produk pangan menjadi kedap udara/gas, kedap cahaya dan kedap mikroorganisme yang dapat mempertahankan keamanan dan memperpanjang umur simpan produk pangan. Selain itu pengalengan juga memiliki prinsip pengawetan bahan pangan dengan cara membuat kondisi vakum dalam kaleng sehingga tidak dapat mengalami kontaminasi dari luar pengemas dan menjaga kualitas produk selalu dalam kondisi yang baik (Arini & Subekti, 2019). Selain itu, teknik pengemasan *modified atmosphere* yang merupakan teknologi yang digunakan untuk mengurangi kadar oksigen yang terkandung dalam kemasan atau disekitar produk sehingga mampu memperpanjang umur simpan produk. Penambahan nitrogen yang merupakan gas dengan sifat inert dapat mengisi kemasan agar tidak *collapse* dan dapat mempertahankan kenampakan, bentuk ataupun tekstur dari produk sehingga memiliki karakteristik sensori yang lebih baik. Penggunaan nitrogen dalam teknik MAP juga digunakan untuk pengganti oksigen sehingga menghambat laju pertumbuhan mikroorganisme aerobik (Hadisoemarto, 2009).

Sedangkan untuk penyimpanan yang lebih baik adalah penyimpanan pada suhu dingin atau penyimpanan dalam *refrigerator*. Penyimpanan dalam *refrigerator* pada suhu dingin 0-4°C mampu menekan atau menghambat pertumbuhan mikroorganisme dibandingkan dengan penyimpanan pada suhu ruang (Handayani *et al.*, 2014).

Sehingga kombinasi yang dapat dilakukan adalah dengan teknik pengolahan *high pressure*, teknik pengemasan kaleng ataupun *modified atmosphere* dan penyimpanan suhu dingin. Namun kombinasi yang dilakukan tetap harus memperhatikan dari karakteristik setiap produk pangan karena dapat berpengaruh pada hasil akhir. Kombinasi dengan pengolahan *thermal* juga diperlukan untuk penunjang keamanan pangan dan umur simpan produk. Namun untuk produk seperti sashimi tidak memerlukan penambahan proses *thermal* karena merupakan produk segar.