

KARAKTERISTIK MUTU DAN KANDUNGAN SENYAWA VOLATIL BEKASAM CUMI-CUMI DENGAN LAMA FERMENTASI YANG BERBEDA

Bella Widya Ramadhanti, Sumardianto, Romadhon*

Program Studi Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro
Jalan Prof. Soedarto, SH, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah 50275 Indonesia

Diterima: 3 Juli 2023/Disetujui: 26 Februari 2024

*Korespondensi: romi_thp@yahoo.co.id

Cara sitasi (APA Style 7th): Ramadhanti, B. W., Sumardianto, & Romadhon. (2024). Karakteristik mutu dan kandungan senyawa volatil bekasam cumi-cumi dengan lama fermentasi yang berbeda. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 27(3), 208-222. <http://dx.doi.org/10.17844/jphpi.v27i3.48451>

Abstrak

Cumi-cumi (*Uroteuthis chinensis*) digemari masyarakat Indonesia karena memiliki rasa enak dan tekstur yang unik. Pengolahannya menjadi produk bekasam dapat membuat cumi-cumi bertahan lama dan meningkatkan nilai gizi. Tujuan penelitian ini untuk menentukan lama waktu fermentasi terbaik bekasam cumi-cumi melalui karakteristik mutu kimia, bakteri asam laktat, sensori dan kandungan senyawa volatil. Pembuatan bekasam cumi-cumi dengan perendaman larutan garam 15% dan pemberian karbohidrat nasi 40% (b/b), selanjutnya dilakukan proses fermentasi. Lama fermentasi yang digunakan untuk membuat bekasam perlu diperhatikan karena berpengaruh terhadap mutu bekasam. Metode penelitian yang digunakan adalah *experimental laboratories* menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan perlakuan lama fermentasi yang berbeda, yaitu 3, 5, dan 7 hari dengan 3 kali ulangan. Data parametrik dianalisis menggunakan ANOVA dan uji lanjut Tukey HSD. Data nonparametrik dianalisis menggunakan Kruskal Wallis dan uji lanjut Mann Whitney. Parameter yang diuji adalah kadar air, pH, total BAL, sensori, dan kandungan senyawa volatil. Bekasam cumi-cumi dengan lama fermentasi 3 hari memberikan hasil yang terbaik dengan kadar air 62,11%; pH 4,07; total bakteri asam laktat 9,05 log cfu/g dan uji hedonik dengan nilai selang kepercayaan sebesar $3,75 < \mu < 4,05$. Senyawa volatil yang dominan, yaitu golongan ester, alkohol dan amin. Senyawa lainnya yang teridentifikasi yaitu golongan asam, aldehida, keton, terpenoid, karotenoid, seskuiterpenoid, fenilpropanoid, hidrokarbon aromatik, dan karbonil. Pengolahan cumi-cumi menjadi produk bekasam memerlukan waktu fermentasi selama 3 hari untuk menghasilkan produk bekasam cumi-cumi yang baik.

Kata kunci: BAL, ester, kadar air, pH, sensori

Quality and Volatile Compound Content Characteristics of Fermented Squid Bekasam With Different Fermentation Durations

Abstract

Squid, commonly known as *Uroteuthis chinensis*, is highly esteemed in Indonesia for both its delectable flavor and distinctive texture. The transformation of squid into bekasam not only prolongs its shelf life but also enhances its nutritional content. The objective of this study was to identify the optimal fermentation period for squid tamarind by evaluating its chemical quality characteristics, lactic acid bacterial count, sensory attributes, and volatile compound content. The preparation of fermented squid bekasam involves immersing the squid in a saline solution containing 15% salt and incorporating 40% (w/w) rice carbohydrate, which was then subjected to fermentation. The duration of the fermentation process is a critical factor to consider when producing bekasam because it has a direct impact on the quality of the final product. The investigative technique employed was an experimental laboratory strategy employing a completely randomized design (CRD) with three distinct fermentation durations: 3, 5, and 7 days, with each replicate repeated three times. The data were analyzed using appropriate statistical tests. Parametric data were analyzed using ANOVA and Tukey's HSD follow-up test, while non-parametric data were analyzed

using the Kruskal-Wallis and Mann-Whitney tests. The variables assessed included moisture content, pH, total lactic acid bacteria (LAB), sensory evaluation, and volatile compound content. Fermented squid bekasam that has been allowed to ferment for 3 days has been found to yield the best results, with the following parameters: a moisture content of 62.11%, a pH level of 4.07, a total lactic acid bacteria count of 9.05 log cfu/g, and a hedonic test score within the confidence interval of $3.75 < \mu < 4.05$. The results of this study demonstrate that the fermentation process used to produce fermented squid bekasam for three days is optimal for achieving the desired characteristics. The predominant volatile compounds were esters, alcohols, and amines, while other identified compounds included acids, aldehydes, ketones, terpenoids, carotenoids, sesquiterpenoids, phenylpropanoids, aromatic carbonates, and carbonyls. The findings of this study reveal that the process of fermenting squid into bekasam products requires a period of three days to yield high-quality fermented squid bekasam products.

Keyword: ester, LAB, moisture content, pH, sensory

PENDAHULUAN

Cumi-cumi (*Uroteuthis chinensis*) adalah salah satu hasil perikanan Indonesia dari famili Loliginidae yang terdiri atas mantel dan rongga tubuh. Mantel tebal dan berotot yang dimiliki cumi-cumi berfungsi untuk melindungi rongga dalam tubuh. Produksi cumi-cumi di Indonesia hampir mencapai 204.156,28 ton yang bernilai Rp8,73 triliun sehingga menjadikannya sebagai produk perikanan unggulan yang bernilai ekonomi tinggi dan telah banyak diekspor (Kementerian Kelautan dan Perikanan [KKP], 2021). Cumi-cumi memiliki kandungan gizi di antaranya air 82,2%, abu 0,9%, protein 16,1%, lemak 0,7% dan karbohidrat 0,1% (Kementerian Kesehatan, 2017). Matakupan *et al.* (2022) melaporkan kadar air cumi-cumi 74,66-76,58%, protein 14,66-19,85%, abu 1,56-2,49%, lemak 0,91-1,23%, karbohidrat 2,09-7,3% dan serat 1,08-2,4%. Cumi-cumi memiliki sifat cepat mengalami kemunduran mutu sehingga harus dilakukan penanganan yang cepat. Karakteristik cumi-cumi yang mengandung banyak air dan protein sehingga termasuk komoditas yang mudah dicemari bakteri pembusuk. Oleh karena itu, diperlukan upaya untuk memperpanjang masa simpan cumi-cumi agar dapat dikonsumsi dalam jangka waktu yang lama, yaitu salah satunya dengan mengolahnya menjadi produk bekasam.

Bekasam adalah olahan tradisional dengan cara fermentasi yang memanfaatkan garam dan bakteri asam laktat. Produk fermentasi bekasam memiliki komposisi gizi cukup baik dan dapat dikonsumsi sebagai lauk.

Bekasam telah banyak diteliti dari berbagai ikan di antaranya ikan nila (Desniar *et al.*, 2023) dan ikan mas (Desniar *et al.*, 2012). Penelitian lain yaitu peningkatan bekasam menggunakan starter *L. acidophilus* (Lestari *et al.*, 2018), penapisan bakteriosin dari bakteri asam laktat asal bekasam (Desniar *et al.*, 2011), dan produksi antibakteri *Lactobacillus plantarum* NS (9) yang diisolasi dari bekasam ikan nila (Desniar *et al.*, 2016).

Salah satu faktor yang dapat memengaruhi proses pembuatan bekasam adalah lama waktu fermentasi. Proses pembuatan bekasam tersebut dapat memengaruhi mutu dari produk bekasam yang dihasilkan. Lama waktu yang digunakan dalam fermentasi produk bekasam akan berpengaruh terhadap karakteristik dan nilai mutunya. Menurut Arfianty *et al.* (2017), waktu fermentasi dapat memengaruhi karakteristik tekstur, ketampakan, rasa, dan aroma dari produk bekasam. Proses fermentasi dapat mengubah tekstur daging menjadi sangat lunak dan ketampakannya pucat. Produk bekasam juga menghasilkan rasa dan aroma khas yang dipengaruhi oleh lama proses fermentasinya. Semakin lama prosesnya maka rasa dan aroma asam yang menjadi ciri khas dari produk bekasam juga akan semakin kuat. Menurut Lestari *et al.* (2018), fermentasi yang terlalu lama menyebabkan naiknya produksi asam pada produk karena prosesnya yang makin lama. Hal tersebut terjadi karena makin banyak waktu yang tersedia bagi bakteri asam laktat untuk merombak nutrisi yang terkandung dalam substrat dan kemungkinan dapat menyebabkan terakumulasinya asam-asam organik.

Menurut Rohman *et al.* (2019), waktu fermentasi juga menjadi salah satu indikator tumbuhnya bakteri asam laktat. Jumlah bakteri asam laktat berkaitan dengan kondisi pH produk. Makin lama proses fermentasinya, pH cenderung mengalami penurunan. Waktu untuk memfermentasi suatu bahan tergantung dari jenis bahan baku yang digunakan. Produk bekasam yang bahan bakunya ikan, umumnya menggunakan waktu selama 7 hari untuk proses fermentasi. Menurut Novianti (2013) pembuatan bekasam menggunakan bahan baku ikan gabus, ikan nila, ikan sepat dengan bahan tambahan karbohidrat (nasi) membutuhkan waktu fermentasi selama 7 hari. Ketika melakukan fermentasi pada suatu produk, harus diketahui waktu fermentasi yang paling baik. Bekasam yang menggunakan bahan cumi-cumi belum ditemukan waktu yang baik untuk proses fermentasinya.

Aroma dan cita rasa produk bekasam merupakan salah satu tolak ukur yang dapat menentukan mutu produk fermentasi. Lamanya proses fermentasi menciptakan aroma yang khas pada bekasam. Bakteri dan enzim menguraikan komponen-komponen makro berupa protein selama proses fermentasi. Lemak pada cumi-cumi dipecah menjadi asam lemak serta gliserol, selanjutnya terpecah jadi senyawa keton serta aldehida yang menjadi pemicu bau yang khas bekasam (Siregar *et al.*, 2021). Produk makanan yang menimbulkan aroma khas dapat terjadi karena adanya kandungan senyawa volatil yang dihasilkan. Aroma tertentu yang dihasilkan dari pembentukan senyawa-senyawa volatil ini telah diamati sebagai kesempatan yang dapat digunakan untuk meningkatkan karakteristik organoleptik dan mutu dari boga bahari (*seafood*) atau produk olahan hasil perikanan.

Komponen volatil merupakan kelompok senyawa-senyawa volatil yang berpengaruh terhadap karakteristik cita rasa produk. Senyawa volatil yang terbentuk pada produk fermentasi ikan adalah senyawa hidrokarbon, alkohol, karbonil, aldehida, keton, nitrogen, ester, dan senyawa lainnya yang berkontribusi terhadap aroma dari semua cita rasa produk fermentasi.

Persenyawaan tersebut akan menghasilkan bau amonia, asam, busuk, gurih, dan bau khas lainnya (Nuraini *et al.*, 2014). Makin banyak komponen senyawa volatil pada makanan akan menimbulkan aroma yang semakin kuat dan tajam. Senyawa aroma bersifat volatil sehingga hal tersebut memudahkan untuk mencapai sistem penciuman di bagian atas hidung, namun perlu jumlah senyawa volatil yang cukup untuk dapat berinteraksi dengan satu atau lebih reseptor penciuman. Peran penting dari senyawa aroma ini adalah untuk meningkatkan rasa dan pada umumnya dapat meningkatkan daya tarik produk makanan (Tarwendah, 2017). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan lama waktu fermentasi terbaik bekasam cumi-cumi melalui parameter kadar air, pH, total bakteri asam laktat (BAL), sensori, dan kandungan senyawa volatil.

BAHAN DAN METODE

Pembuatan Bekasam Cumi-Cumi (Hadinoto, 2013)

Cumi-cumi segar diperoleh dari Pasar Ikan Rejomulyo, Kecamatan Semarang, Kota Semarang, Jawa Tengah. Spesifikasi cumi-cumi segar, yaitu memiliki ketampakan spesifik jenis cumi-cumi, berwarna sangat cemerlang, bau spesifik cumi-cumi segar, dan memiliki tekstur yang kompak, padat dan elastis. Bahan baku cumi-cumi dicuci menggunakan air mengalir untuk pencucian pertama. Selanjutnya, disiangi dengan membuang kepala, kantong tinta, jeroan, cangkang internal (pen), dan kulit. Cumi-cumi dicuci kembali sampai bersih dengan air mengalir dan ditiriskan, kemudian dipotong dengan ukuran yang seragam, yaitu 2×3 cm. Larutan garam disiapkan untuk merendam cumi-cumi dengan konsentrasi garam 15% dari volume air. Cumi-cumi yang telah dipotong direndam dalam larutan garam selama ±24 jam, lalu ditiriskan selama ±15 menit. Cumi-cumi 100 g dan nasi sebanyak 40% (b/b) dicampur selanjutnya dimasukkan wadah dan ditutup rapat untuk proses fermentasi secara anaerob. Proses fermentasi menggunakan perlakuan lama fermentasi yang berbeda, yaitu 3, 5, dan 7 hari.

Pengujian Mutu Bekasam Cumi-Cumi

Parameter yang diamati untuk pengujian mutu adalah kadar air menggunakan alat *Moisture Analyzer* mengacu pada Herbowo *et al.* (2016) dan uji pH menggunakan pH meter yang mengacu pada AOAC (2005).

Pengujian Total Bakteri Asam Laktat (Fardiaz, 1992)

Metode hitung cawan (*total plate count*) digunakan untuk menentukan total bakteri asam laktat. Perhitungan total BAL dilakukan dengan total BAL yang tumbuh dihitung pada media biakan *de Mann Rogise Sharpe Agar* (MRS). Sampel sebanyak 1 g dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang berisi larutan pengencer berupa garam fisiologis 0,85% steril sebanyak 9 mL, kemudian dihomogenkan menggunakan vortex, sehingga didapatkan pengenceran 10^{-1} . Hasil pengenceran suspensi sampel diambil sebanyak 1 mL, selanjutnya pengenceran dibuat sampai 10^{-7} menggunakan larutan garam fisiologis 0,85% sebanyak 9 mL. Suspensi sampel 1 mL masing-masing pengenceran 10^{-5} dan 10^{-7} dipipet, kemudian dimasukkan ke dalam masing-masing cawan petri steril. Media *de Mann Rogise Sharpe Agar* (MRS) untuk bakteri asam laktat dituangkan sebanyak ± 20 mL ke dalam cawan petri berisi sampel (dilakukan duplo untuk tiap pengenceran). Sampel dan media agar segera dicampur hingga merata dengan cara menggeser cawan di atas meja membentuk angka delapan. Setelah media agar dalam cawan petri membeku, cawan dibungkus dengan kertas, kemudian diinkubasi dengan posisi terbalik dengan suhu inkubator 35°C selama 48 jam. Data jumlah mikrob diperoleh dari pengenceran untuk setiap contoh pengambilan sampel. Jumlah bakteri dihitung (skala 25-250 koloni) dan dinyatakan dalam cfu/g. Pengenceran dilakukan secara duplo. Koloni dihitung dengan persamaan:

$$N = \frac{\sum C}{[(1 \times n_1) + (0,1 \times n_2)] \times d}$$

Keterangan:

$\sum C$ = jumlah total koloni dari semua cawan yang dihitung

N = jumlah koloni per mL/g

N = jumlah koloni per mL/g

n_1 = jumlah cawan pada pengenceran dari pertama

n_2 = jumlah cawan pada pengenceran kedua

d = tingkat pengenceran yang diperoleh dari cawan yang pertama dihitung

Pengujian Kandungan Senyawa Volatil (Wang *et al.*, 2022)

Sampel bekasam cumi-cumi 1 g dimasukkan ke dalam vial sebagai tempat penampung sampel yang terbuat dari kaca. Sampel diinjeksi ke alat GC-MS. Sampel dimasukkan dalam *injection port* pada GC dan dilakukan proses desorpsi selama 5 menit. Jenis kolom yang digunakan, yaitu HP-5MS UI dan ukuran kolomnya $30 \text{ m} \times 0,25 \text{ mm} \times 0,25 \mu\text{m}$. Setelah itu, alat GC-MS diaktifkan dengan kondisi operasi sebagai berikut. Kondisi GC meliputi gas pembawa helium UHP (He), suhu kolom oven (40°C), suhu injektor (250°C), suhu agitator (90°C), suhu syringe (90°C), *split flow* (10 mL/min), *split ratio* (10), dan *front inlet flow* (1,00 mL/min). Kondisi MS meliputi *MS transfer line temperature* (250°C), *ion source temperature* (230°C), *mass range* (20-300 (amu)), *purge flow* (3 mL/min), *gas saver flow* (10 mL/min), dan *gas saver time* (3 min).

Pengujian Sensori (BSN, 2015)

Prosedur uji hedonik mengacu pada SNI 2346 tahun 2015 tentang Pedoman Pengujian Sensori pada Produk Perikanan yang dimodifikasi. Pengujian hedonik dalam penelitian ini merupakan pengujian yang dilakukan oleh panelis dengan cara menanggapi tingkat kesukaan atau ketidaksukaannya terhadap produk bekasam cumi-cumi yang dinilai dalam skala hedonik. Pengujian hedonik dilakukan oleh 30 orang panelis semi terlatih. Panelis memasuki ruang pengujian kemudian diberikan lembar penilaian uji hedonik dan intruksi cara pengisiannya. Skala hedonik menggunakan skala 1 sampai 5 (1: sangat tidak suka, 2: tidak suka, 3: cukup suka, 4: suka, 5: sangat suka) menggunakan parameter yang diuji di antaranya ketampakan, aroma, rasa, dan

tekstur.

Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan 3 kali pengulangan yang terdiri dari analisis data parametrik dan nonparametrik. Data parametrik uji kadar air, pH, dan total bakteri asam laktat diuji menggunakan *analysis of varian* (ANOVA) untuk mengetahui pengaruh perbedaan nyata. Apabila hasilnya berbeda nyata, maka dilanjutkan dengan uji lanjutan yaitu uji beda nyata. Uji lanjutan digunakan untuk mengetahui perlakuan mana yang paling berpengaruh pada percobaan. Data nonparametrik dilakukan menggunakan uji *Kruskall Wallis*. Pengolahan data untuk pengujian nilai hedonik menggunakan statistika nonparametrik dengan uji *Kruskal Wallis* untuk mengetahui pengaruh perbedaan nyata. Jika menunjukkan hasil yang berbeda nyata ($p < 5\%$), maka akan dilanjutkan dengan uji *Mann Whitney* untuk melihat perbedaan antar perlakuan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian karakteristik mutu merupakan penentu seberapa baik produk yang dihasilkan. Mutu dari produk bekasam cumi-cumi dapat dipengaruhi oleh lama waktu

fermentasi yang digunakan. Karakteristik mutu dari produk bekasam cumi-cumi dapat dilihat dari segi kimia dan mikrobiologi. Oleh karena itu, dalam penelitian ini dilakukan pengujian mutu produk bekasam cumi-cumi dengan beberapa parameter uji. Hasil pengujian kadar air, pH, dan total bakteri asam laktat pada bekasam cumi-cumi dengan lama fermentasi yang berbeda telah tersaji pada *Table 1*.

Kadar Air

Kadar air merupakan salah satu parameter yang dapat menjadi penentu kualitas suatu produk makanan. Air termasuk komponen penting dalam suatu makanan. Kadar air ini menunjukkan banyaknya kandungan air yang terkandung dalam produk bekasam. *Table 1* menunjukkan bahwa hasil kadar air dengan perlakuan lama fermentasi yang berbeda tidak berbeda nyata. Kadar air yang diperoleh selama fermentasi 3-7 hari yaitu 62,11-71,11%. Jika dibandingkan dengan penelitian lainnya yang membuat produk bekasam dari bahan baku ikan menghasilkan kisaran kadar air yang tidak terlalu berbeda. Penelitian yang dilakukan oleh Kalista *et al.* (2012) menggunakan bahan baku ikan lele

Table 1 Moisture content, pH and total lactic acid bacteria of bekasam with different fermentation time

Tabel 1 Kadar air, pH dan total bakteri asam laktat pada bekasam dengan lama fermentasi berbeda

Sample	Fermentation time (days)	Parameter		
		Moisture (%)	pH	BAL total (log cfu/g)
Squid bekasam	3	62.11 ± 6.164 ^a	4.07 ± 0.058 ^b	9.05 ± 0.142 ^a
	5	64.60 ± 2.217 ^a	3.73 ± 0.058 ^a	8.91 ± 0.192 ^a
	7	71.11 ± 2.002 ^a	3.80 ± 0.001 ^a	8.96 ± 0.031 ^a
Kurisi fish bekasam*	1	65.75 ^a	5.01 ^e	-
	3	64.50 ^a	4.64 ^d	-
	5	65.75 ^a	4.19 ^c	-
	7	61.50 ^a	3.49 ^b	-
	9	62.00 ^a	3.32 ^a	-

Data is the result of the average of three replicates ± standard deviation; different letter marks on the same line indicate significant differences ($p < 5\%$);

*Novianti *et al.* (2020)

dumbo menghasilkan kadar air 72,14-74,81%. Pembuatan bekasam dengan bahan baku ikan wader yang dilakukan oleh Rahmawati *et al.* (2021) menghasilkan kadar air 55,60-62,65%. Hasil penelitian Novianti *et al.* (2020) tentang bekasam yang menggunakan bahan baku ikan kurisi menghasilkan kadar air 61,50-65,75%. Nilai kadar air yang berbeda di masing-masing penelitian dapat dipengaruhi oleh perbedaan bahan baku yang digunakan. Tingginya kadar air selama proses fermentasi dapat disebabkan oleh proses penyerapan air. Peran bakteri asam laktat dalam proses fermentasi ini juga dapat memengaruhi kadar air. Menurut Rahmawati *et al.* (2021), kadar air yang tinggi selama proses fermentasi dapat disebabkan karena selama proses fermentasi terjadi penyerapan air. Hal tersebut dapat terjadi karena penguraian senyawa kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana seperti asam-asam amino. Senyawa sederhana tersebut mempunyai gugus -OH yang dapat mengikat air. Selain itu, kadar air pada produk bekasam juga dapat dipengaruhi oleh adanya peran bakteri asam laktat (BAL) dalam menghidrolisis senyawa-senyawa bahan baku yang digunakan.

pH

Nilai pH pada produk makanan merupakan suatu parameter yang digunakan untuk menentukan tingkat keasaman ataupun kebasaan suatu produk makanan. Produk yang diolah secara fermentasi akan memengaruhi nilai pH yang dihasilkan. *Table 1* menunjukkan bahwa nilai pH bekasam cumi-cumi dengan perlakuan lama fermentasi 5 dan 7 hari tidak berbeda nyata, namun berbeda nyata dengan perlakuan lama fermentasi 3 hari. Nilai rata-rata pH tertinggi terdapat pada bekasam cumi-cumi dengan lama fermentasi selama 3 hari yaitu 4,07. Bahan yang digunakan dalam proses pembuatan bekasam juga akan berpengaruh terhadap nilai pH produk bekasam. Hasil penelitian Azizah & Wikandari (2014) menggunakan bahan baku ikan bandeng dengan lama fermentasi yang berbeda menghasilkan pH 4,72-5,32. Penelitian Putra *et al.* (2020) menggunakan bahan baku kerang bulu menghasilkan pH 3,6-4,0. Produk bekasam

ikan kurisi berdasarkan penelitian Novianti *et al.* (2020) menghasilkan pH 3,32-5,01. Nilai pH mengalami fase naik turun dipengaruhi oleh aktivitas pengasaman yang ditunjukkan dengan naik turunnya jumlah bakteri asam laktat selama proses fermentasi berlangsung. Bakteri asam laktat dapat menghasilkan asam laktat. Makin banyak jumlah bakteri asam laktat maka asam laktat yang dihasilkan juga semakin banyak dan tingkat keasaman suatu produk akan naik. Menurut Marantika *et al.* (2020), naik turunnya nilai pH produk bekasam berkaitan dengan perkembangan bakteri asam laktat, karena bakteri asam laktat berfungsi dalam menciptakan asam laktat sehingga dapat berpengaruh.

Kondisi pH merupakan faktor penting yang dapat memengaruhi pertumbuhan dan kemampuan hidup dari bakteri asam laktat. Umumnya BAL memiliki kemampuan untuk tumbuh pada pH 2 kondisi asam dan 7 basa. *Lactobacillus* merupakan jenis bakteri asam laktat yang memiliki ketahanan terhadap kondisi pH 3. *Lactobacillus* memiliki ketahanan sedang atau baik terhadap kondisi pH 3, namun kemampuan bertahannya akan menurun jika kondisi pH kurang dari 2 (Risna *et al.*, 2022). Mikroorganisme mempunyai pH optimum tertentu untuk dapat tumbuh dengan cepat pada pH 3-4, terutama bakteri asam laktat seperti *Lactobacillus* dan *Streptococcus* (Roni & Herawati, 2012). Peran bakteri asam laktat penting untuk menekan pertumbuhan bakteri penyebab kebusukan. Bakteri asam laktat juga berpotensi untuk memperlama masa simpan makanan dengan adanya produk metaboliknya yaitu asam organik, karbon dioksida, etanol, diasetil, hidrogen peroksida, dan bakteriosin (Siswanto *et al.*, 2018).

Total Bakteri Asam Laktat

Waktu yang digunakan untuk memfermentasi suatu produk makanan dapat memengaruhi jumlah dari bakteri asam laktat. Umumnya bakteri asam laktat dapat bermanfaat untuk fermentasi dan juga berperan dalam perubahan aroma, warna, serta kualitas nutrisi produk fermentasi. Pengujian kandungan bakteri asam laktat pada produk fermentasi dilakukan untuk mengetahui mutu produk pangan secara

mikrobiologi. Pengujian secara mikrobiologi terhadap suatu produk pangan sangat penting dilakukan untuk mengetahui kelayakan produk tersebut sebelum dikonsumsi. *Table 1* menunjukkan bahwa hasil nilai total bakteri asam laktat dengan perlakuan lama fermentasi yang berbeda tidak berbeda nyata. Nilai bakteri asam laktat selama fermentasi selama 3-7 hari yaitu 8,91-9,05 cfu/g. Tingginya nilai total BAL karena melimpahnya kandungan nutrisi dari substrat yang dipakai. Perbedaan nilai total BAL dari hari ke hari tidak terlalu signifikan dan relatif konstan. Hal tersebut menunjukkan jika sel bakteri berada dalam fase pertumbuhan yang tetap (statis) yang biasa disebut juga sebagai fase stasioner. Fase stasioner terjadi apabila semua sel berhenti melakukan aktivitas membelah diri atau apabila sel hidup dan mati mencapai keseimbangan. Ciri fase ini, yaitu jumlah populasinya cenderung relatif konstan dikarenakan sel yang tumbuh sama dengan yang mati (Suharyono *et al.*, 2012). Total bakteri asam laktat pada produk bekasam dapat dipengaruhi oleh jenis bahan baku yang digunakan.

Hasil pengujian total bakteri asam laktat bekasam cumi-cumi dalam penelitian ini adalah $7,2 \times 10^8$ - $1,6 \times 10^9$ cfu/g. Bekasam yang menggunakan bahan baku ikan menghasilkan nilai yang berbeda. Penelitian yang dilakukan oleh Rahardiyanti *et al.* (2022) yang meneliti produk bekasam ikan nila menghasilkan nilai total BAL berkisar antara $6,9 \times 10^5$ - $7,5 \times 10^5$ cfu/g. Pengujian produk bekasam dengan bahan baku ikan mas yang dilakukan oleh Desniar *et al.* (2012) berkisar antara $3,6 \times 10^4$ - $2,4 \times 10^8$ cfu/g. Hasil penelitian tersebut menunjukkan jumlah berkisar dari 10^4 sampai 10^9 cfu/g sehingga produk bekasam masih aman untuk dikonsumsi. Jumlah bakteri asam laktat pada makanan yang berkisar antara 10^7 - 10^9 cfu/g aman untuk dikonsumsi dan baik untuk kesehatan (Kinteki *et al.*, 2019). Total bakteri asam laktat pada produk bekasam dapat dipengaruhi karena adanya bahan tambahan yang digunakan.

Penambahan garam pada pembuatan bekasam dapat merangsang dan mengontrol pertumbuhan bakteri asam laktat. Selain itu, adanya penambahan karbohidrat berupa

nasi juga dapat menciptakan lingkungan yang baik untuk pertumbuhan BAL karena karbohidrat nasi dapat berfungsi sebagai sumber energi. Kualitas produk bekasam akan tergantung dari nutrisi yang diperoleh selama proses fermentasi. Bakteri asam laktat akan tumbuh dalam jumlah maksimal jika nutrisi yang dibutuhkan terpenuhi dan kondisi lingkungan yang diciptakan mendukung untuk tumbuh. Bakteri asam laktat biasanya tumbuh dengan sumber karbohidrat yang melimpah. Keragaman genetik dan variasi habitat dari BAL sangat luas, sehingga tidak ada batas umum pH, temperatur atau parameter lain untuk pertumbuhan BAL. Batas pertumbuhan berbeda tergantung dari spesies yang dihasilkan (Rimadhini *et al.*, 2020). Tumbuhnya bakteri asam laktat pada produk bekasam dapat disebabkan karena kondisi produk yang asam, sehingga dapat merangsang pertumbuhannya serta memperpanjang masa simpan dari produk bekasam (Rinto *et al.*, 2022).

Pengujian Sensori

Pengujian sensori sampel secara hedonik merupakan sebuah pengujian dalam analisis sensori yang digunakan untuk mengetahui besarnya perbedaan kualitas di antara beberapa produk yang sejenis. Penilaian atau skor diberikan terhadap sifat tertentu dari suatu produk untuk mengetahui tingkat kesukaan pada produk yang diujikan. Hasil pengujian hedonik pada bekasam cumi-cumi dengan lama fermentasi yang berbeda telah tersaji pada *Table 2*.

Berdasarkan hasil pengujian hedonik produk bekasam cumi-cumi dengan perlakuan lama fermentasi yang berbeda menghasilkan selang kepercayaan yang berbeda-beda. Pertama untuk produk bekasam cumi-cumi dengan lama fermentasi selama 3 hari menghasilkan selang kepercayaan sebesar $3,75 < \mu < 4,05$. Kedua untuk produk bekasam cumi-cumi dengan lama fermentasi selama 5 hari menghasilkan selang kepercayaan sebesar $3,52 < \mu < 3,78$. Ketiga untuk produk bekasam cumi-cumi dengan lama fermentasi selama 7 hari menghasilkan selang kepercayaan sebesar $3,41 < \mu < 3,75$. Hasil nilai selang kepercayaan dapat diambil kesimpulan bahwa dengan

Table 2 Hedonic test of bekasam with different fermentation duration
Tabel 2 Uji hedonik pada bekasam dengan lama fermentasi berbeda

Fermentation time (days)	Parameter			
	Appearance	Flavor	Taste	Texture
3	4.23±0.504 ^a	3.90±0.803 ^a	3.57±0.728 ^a	3.90±0.759 ^a
5	4.07±0.740 ^a	4.03±0.850 ^a	3.07±0.740 ^b	3.43±0.679 ^b
7	3.50±1.009 ^b	4.50±0.630 ^b	2.90±0.712 ^b	3.40±0.675 ^b

Data is the result of the average of three replicates ± standard deviation; different letter marks on the same line indicate significant differences ($p < 5\%$);

perlakuan lama fermentasi yang berbeda, semua produk disukai oleh panelis. Nilai selang kepercayaan yang mempunyai nilai paling tinggi yaitu perlakuan lama fermentasi selama 3 hari yang berarti waktu tersebut menghasilkan produk yang paling disukai oleh panelis.

Ketampakan

Ketampakan sebuah produk merupakan salah satu parameter penting untuk menilai kualitas produk. Berdasarkan spesifikasi ketampakannya dapat disimpulkan bahwa bekasam cumi-cumi yang paling disukai adalah yang proses fermentasinya selama 3 hari. Salah satu unsur ketampakan yang dapat dilihat dari produk bekasam cumi-cumi adalah dari segi warna. Semakin lamanya proses fermentasi ketampakan dari produk bekasam cumi-cumi akan semakin pudat dan memutih warnanya. Unsur warna merupakan faktor penentuan mutu yang paling menarik perhatian konsumen karena warna memberikan kesan apakah produk tersebut akan disukai oleh konsumen atau tidak. Warna bekasam cumi-cumi semakin memutih dan memucat seiring dengan semakin lamanya proses fermentasi dapat disebabkan karena adanya penggunaan garam dalam proses pembuatannya. Hal tersebut dapat terjadi karena adanya pengikatan kandungan air oleh garam. Terjadinya pengikatan kandungan air pada bahan baku ini dapat menyebabkan pigmen warna dari bahan baku semakin memucat warnanya. Penambahan garam dalam pembuatan bekasam dapat memudarkan warna asli bahan baku (Marantika *et al.*, 2020).

Aroma

Bau atau aroma merupakan parameter pengujian hedonik yang memanfaatkan indra penciuman. Berdasarkan spesifikasi aroma dapat disimpulkan bahwa bekasam cumi-cumi yang paling disukai adalah yang proses fermentasinya selama 7 hari. Produk bekasam cumi-cumi menghasilkan salah satu senyawa volatil yang bernama *Benzeneethanamine, 3-fluoro-β,5-dihydroxy-N-methyl-*. Senyawa tersebut diidentifikasi menghasilkan aroma khas produk fermentasi. Besarnya luasan area senyawa tersebut berkaitan dengan tingkat kesukaan panelis yang lebih menyukai produk bekasam cumi-cumi yang difermentasi selama 7 hari. Aroma khas fermentasi mengurangi aroma asli cumi-cumi yang amis. Makin lama proses fermentasi cumi-cumi, maka bau amisnya makin berkurang sehingga lebih dominan aroma khas produk fermentasi bekasam yang kuat.

Selama proses fermentasi bekasam cumi-cumi tidak hanya dapat menghilangkan aroma alami dari cumi-cumi, melainkan selama proses fermentasi ini juga akan menghasilkan aroma khas yang disebabkan karena adanya degradasi dalam medium asam yang menimbulkan aroma asam khas produk fermentasi. Timbulnya aroma asam tersebut dapat terjadi karena selama proses fermentasi berjalan menghasilkan asam laktat. Asam laktat yang dihasilkan akan terakumulasi menjadi senyawa volatil yang memberikan aroma khas produk fermentasi. Senyawa volatil yang dihasilkan memberikan pengaruh terhadap aroma yang ditimbulkan. Timbulnya aroma asam karena adanya aktivitas dari bakteri asam laktat (Rizal *et al.*, 2013). Aroma

asam yang timbul juga dapat diperkirakan berasal dari aktivitas mikroorganisme dan enzim yang dihasilkan oleh mikroorganisme. Enzim yang dihasilkan oleh mikroorganisme dapat menghidrolisis senyawa kompleks menjadi komponen sederhana (Peronika *et al.*, 2022).

Rasa

Rasa merupakan parameter pengujian hedonik yang memanfaatkan indra pengecap untuk menilai produk. Penilaian rasa pada bekasam cumi-cumi dilakukan dengan mengukus bekasam cumi-cumi terlebih dahulu sebelum dicicipi. Berdasarkan spesifikasi rasa dapat disimpulkan bahwa bekasam cumi-cumi yang paling disukai adalah yang proses fermentasinya selama 3 hari. Rasa yang ditimbulkan didominasi oleh rasa asam yang kuat, namun ada juga sedikit rasa gurih karena adanya penggunaan garam dalam proses pembuatannya. Makin lama fermentasi akan menyebabkan nilai pH turun dan akan menyebabkan total asam makin meningkat, sehingga dapat disimpulkan jika rasanya juga akan makin asam (Wardani, 2016). Pembentukan cita rasa tersebut dapat terjadi karena adanya peran dari bakteri dan enzim akan melakukan penguraian komponen-komponen makro terutama protein yang akan diubah menjadi senyawa-senyawa sederhana. Selama proses fermentasi, protein akan terhidrolisis menjadi asam-asam amino, sehingga menyebabkan kandungan asam amino meningkat. Penggunaan karbohidrat nasi juga dapat memengaruhi cita rasa produk bekasam. Karbohidrat tersebut akan diuraikan menjadi senyawa sederhana oleh bakteri asam laktat di antaranya yaitu asam asetat, asam propionat dan etil alkohol yang dapat memberi rasa asam pada produk bekasam. Perubahan karbohidrat menjadi senyawa yang lebih sederhana disebut dengan peristiwa hidrolisis. Peristiwa hidrolisis merupakan proses konversi yang terjadi antara karbohidrat menjadi senyawa gula sederhana (Maharani *et al.*, 2021).

Tekstur

Parameter tekstur merupakan ciri suatu produk pangan sebagai perpaduan dari

beberapa sifat fisik yang dapat dirasakan oleh indra peraba ataupun perasa. Tekstur dari produk bekasam ini dapat diamati dengan menggigit dan juga bisa merasakannya dengan disentuh menggunakan jari. Berdasarkan spesifikasi tekstur dapat disimpulkan bahwa bekasam cumi-cumi yang paling disukai adalah yang proses fermentasinya selama 3 hari. Semakin lama proses fermentasinya tekstur dari daging cumi-cumi menjadi kurang kenyal. Daging cumi-cumi cenderung berubah menjadi kaku seperti karet dan mudah untuk disobek. Salah satu penyebab tekstur daging cumi-cumi yang menjadi lebih kaku dapat disebabkan oleh jaringan-jaringan otot yang ada dalam daging cumi-cumi cenderung mengerut. Hal tersebut yang menyebabkan minat panelis menurun terhadap bekasam cumi-cumi yang difermentasi terlalu lama. Umumnya panelis lebih menyukai tekstur daging cumi-cumi yang kenyal.

Kandungan Senyawa Volatil

Pengujian kandungan senyawa volatil pada bekasam cumi-cumi menggunakan HS-GC-MS karena penggunaan *headspace* untuk melakukan proses ekstraksi memiliki keuntungan secara analitis karena mampu menghilangkan pengganggu yang dapat menghambat proses pembacaan senyawa volatil pada sampel.

Senyawa volatil yang terbentuk pada produk bekasam cumi-cumi ini terdiri dari ester, alkohol, asam, aldehida, amin, keton, terpenoid, karotenoid, seskuiterpenoid, fenilpropanoid, hidrokarbon aromatik, karbonil dan lain-lain (*Figure 1*). Senyawa volatil yang dominan dan banyak terdeteksi pada produk bekasam cumi-cumi yaitu golongan ester yang dapat terbentuk selama proses fermentasi. Bakteri berperan dalam mendegradasi sebagian protein dan lemak menjadi senyawa yang lebih sederhana dan bersifat volatil selama proses fermentasi. Selama proses fermentasi bakteri akan mendegradasi sebagian protein dan lemak dalam daging ikan sehingga menjadi senyawa-senyawa yang lebih sederhana dan bersifat volatil. Senyawa ester ini dapat berkontribusi terhadap aroma dari semua cita rasa produk fermentasi ikan. Umumnya golongan ester

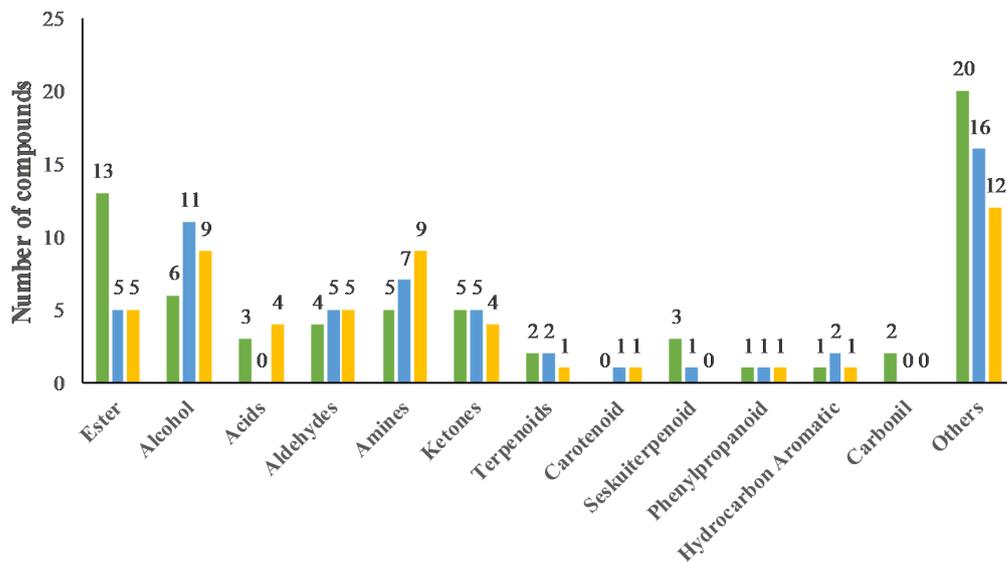


Figure 1 Graph of the number of bekasam squid volatile compounds for fermentation 3 days (■), fermentation 5 days (■), and fermentation 7 days (■)

Gambar 1 Komponen volatile bekasam cumi-cumi selama fermentasi 3 hari (■), 5 hari (■), 7 hari (■)

dihasilkan dari sebuah proses esterifikasi asam dan alkohol yang sebelumnya terbentuk dari hasil metabolisme lemak (Zuidar *et al.*, 2016). Ester dapat terbentuk karena adanya reaksi esterifikasi yang terjadi antara asam karboksilat dan alkohol yang merupakan hasil metabolisme dari lemak. Lemak merupakan salah satu contoh senyawa organik yang memiliki gugus-gugus ester dan rantai hidrokarbon yang panjang (Susianti *et al.*, 2020).

Golongan senyawa volatil lainnya yang juga banyak terdeteksi dalam produk bekasam cumi-cumi yaitu golongan alkohol yang dapat menentukan aroma khas pada produk fermentasi. Umumnya senyawa volatil golongan alkohol ini memberikan peran yang minimal dalam keseluruhan cita rasa pada bahan pangan. Timbulnya senyawa alkohol ini terbentuk dari peristiwa degradasi lemak. Senyawa alkohol dapat terbentuk sebagai hasil dari degradasi lemak oleh enzim *lipoxigenase*. Alkohol alifatik dan alkohol aromatik merupakan senyawa dominan, yang diduga sebagai hasil dari fermentasi heksosa dan sebagian kecil degradasi asam amino (Majid *et al.*, 2014). Senyawa alkohol dapat berperan sebagai antibakteri. Senyawa antibakteri merupakan senyawa yang dapat mencegah terjadinya pertumbuhan bakteri

serta dapat berfungsi sebagai pengendali dalam pertumbuhan bakteri, terutama yang bersifat merugikan (Salim *et al.*, 2018).

Senyawa golongan amin termasuk senyawa yang juga banyak terdeteksi pada produk bekasam cumi-cumi. Amin atau amina merupakan senyawa organik dan gugus fungsional yang isinya terdiri dari senyawa nitrogen atom dengan pasangan sendiri. Amina adalah turunan organik dari ammonia dimana satu atau lebih atom hidrogen pada nitrogen telah tergantikan oleh gugus alkil atau aril. Gugus amina merupakan hasil metabolisme mikrob, selain itu juga hasil perombakan peptida dan karbohidrat. Senyawa amina merupakan hasil dari perombakan peptida dan karbohidrat yang berlangsung selama fermentasi. Waktu fermentasi berpengaruh terhadap aroma yang dihasilkan (Hayati *et al.*, 2012). Kandungan senyawa volatil terbesar yang terdeteksi pada bekasam cumi-cumi dapat dilihat pada *Table 3*.

Table 3 menunjukkan adanya beberapa senyawa volatil yang selalu ada di masing-masing produk bekasam cumi-cumi, walaupun dengan perlakuan lama waktu fermentasi yang berbeda. *Benzeneethanamine, 3-fluoro-β, 5-dihydroxy-N-methyl-* yang memiliki rumus kimia $C_9H_{12}FNO_2$, merupakan senyawa yang

Table 3 The largest content of volatile compound bekasam squid with different fermentation time

Tabel 3 Kandungan senyawa volatil terbesar bekasam cumi-cumi dengan lama fermentasi berbeda

Name of compounds	Real area (%) - days		
	3	5	7
Carbon monoxide	11.76	-	-
Nickel tetracarbonyl	27.67	-	-
Benzeneethanamine, 3-fluoro-β,5-dihydroxy-N-methyl-	41.60	50.92	48.87
Estragole	9.15	6.54	4.51
Anethole	9.15	6.54	4.51
(2-Aziridinylethyl)amine	41.60	50.92	48.87
Nitrogen	11.76	-	-
Butanedioic acid, 2-cyano-2,3-dimethyl-, diethyl ester	27.67	-	-
Benzene, 1-methoxy-4-(1-propenyl)-, (Z)-	9.15	6.54	4.51
Benzeneethanamine, 2-fluoro-β,5-dihydroxy-N-methyl-	-	50.92	48.87
Hydrazinecarboxamide	27.67	-	-
3-Ethoxyamphetamine	41.60	-	-
Dextroamphetamine	-	15.01	17.16
2,5-Dimethoxy-4-(methylsulfonyl)amphetamine	-	22.98	26.30

paling sering ditemukan di setiap perlakuan dengan lama fermentasi yang berbeda dan memiliki luasan area yang besar. Senyawa tersebut bisa ditemukan di produk makanan fermentasi. *Benzeneethanamine* merupakan contoh senyawa volatil mudah menguap yang dapat ditemukan pada bumbu makanan fermentasi. Lama proses fermentasi ini akan berpengaruh terhadap senyawa volatil yang dihasilkan (Onyekwelu & Uzodinma, 2022). Senyawalainnya yang juga sering teridentifikasi pada produk bekasam cumi-cumi di semua perlakuan yaitu *(2-Aziridinylethyl)amine* merupakan salah satu contoh senyawa volatil yang menandakan bahwa suatu produk menghasilkan aroma amis. Hal tersebut menunjukkan bahwa produk bekasam cumi-cumi yang dibuat dengan perlakuan lama waktu fermentasi yang berbeda dalam penelitian ini menghasilkan aroma *fishy* atau amis di setiap perlakuannya. Senyawa *(2-Aziridinylethyl)amine* memiliki deskripsi aroma *fishy*. Produk yang mengandung

senyawa *(2-Aziridinylethyl)amine* di dalamnya menandakan bahwa produk tersebut memiliki rasa dan aroma yang amis (Xu *et al.*, 2019).

Anethole, *Estragole* dan *Benzene, 1-methoxy-4-(1-propenyl)-, (Z)-* yang memiliki rumus kimia $C_{10}H_{12}O$ merupakan senyawa yang juga teridentifikasi dalam produk bekasam cumi-cumi dengan berbagai perlakuan lama fermentasi yang berbeda. Ketiga senyawa tersebut memiliki nilai real area >1%. *Anethole* dan *estragole* dapat memberikan aroma dan rasa yang unik pada suatu produk. *Anethole* memberikan rasa adas manis dan *estragole* memberikan rasa manis. *Anethole* dan *estragole* biasa digunakan sebagai penyedap rasa pada industri makanan. Hal ini diperkuat oleh Afify *et al.* (2011), yang menyatakan bahwa *anethole* menyumbangkan rasa adas manis dan *estragole* rasa *sweetness*. *Anethole* dan *estragole* termasuk dalam senyawa monoterpen yang dapat berfungsi sebagai antibakteri. Mekanisme senyawa monoterpen sebagai

antibakteri dengan cara berdifusi ke dalam dan merusak struktur membrane sel. Sama halnya dengan *anethole* dan *estragole*, senyawa *benzene,1-methoxy-4-(1-propenyl)-*, (Z juga dapat memberikan sensasi aroma dan rasa yang manis pada produk makanan (Purnama *et al.*, 2021). Produk ikan yang diawetkan dengan cara dikeringkan menghasilkan senyawa *benzene,1-methoxy-4-(1-propenyl)-*. Senyawa *benzene,1-methoxy-4-(1-propenyl)-* diidentifikasi dapat menghasilkan aroma manis dan *fennel* pada produk tersebut (Wu *et al.*, 2021).

KESIMPULAN

Proses pembuatan bekasam cumi-cumi dengan perlakuan lama fermentasi berbeda berpengaruh terhadap pH, namun tidak berpengaruh terhadap kadar air dan total bakteri asam laktat. Lama fermentasi terbaik pembuatan bekasam cumi-cumi yaitu selama 3 hari dan menghasilkan jumlah kandungan senyawa volatil terbanyak. Senyawa volatil yang teridentifikasi, yaitu golongan ester, alkohol dan amina, asam, aldehida, keton, terpenoid, karotenoid, seskuiterpenoid, fenilpropanoid, hidrokarbon aromatik, dan karbonil.

DAFTAR PUSTAKA

- Afify, A. E. M. M. R., El-Beltagi H. S., Hammama A. A. E. A., Sidky M. M., & Mostafa O. F. A. (2011). Distribution of trans-anethole and estragole in fennel (*Foeniculum vulgare* Mill) of callus induced from different seedling parts and fruits. *Notulae Scientia Biologicae*, 3(1), 79-86.
- AOAC. (2005). Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists. Benjamin Franklin Station, Washington.
- Arfianty, B. N., Farisi, S., & Ekowati, C. N. (2017). Dinamika populasi bakteri dan total asam pada fermentasi bekasam ikan patin (*Pangasius hypophthalmus*). *Jurnal Ilmiah Biologi Eksperimen dan Keanekaragaman Hayati*, 4(2), 43-49.
- Azizah, N., & Wikandari, P. R. (2014). Penggunaan tepung kulit pisang dalam pembuatan bekasam dengan kultur starter *Lactobacillus plantarum* B1765. *Journal of Chemistry*, 3(3), 138-145.
- Badan Standarisasi Nasional. (2015). Pedoman Pengujian Sensori pada Produk Perikanan. SNI 2346:2015.
- Desniar, Setyaningsih, I., & Fransiska, I. M. (2023). Perubahan kimiawi dan mikrobiologis selama fermentasi bekasam ikan nila menggunakan starter tunggal dan campuran. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 26(3), 414-424. <http://dx.doi.org/10.17844/jphpi.v26i3.50664>
- Desniar, Setyaningsih, I., & Purnama, Y. I. (2016). Screening and production of antibacterial from *Lactobacillus plantarum* NS (9) isolated from Nile tilapia bekasam. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 19(2), 132-139. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v19i2.13458>
- Desniar, D., Setyaningsih, I., & Sumardi, R. S. (2012). Perubahan parameter kimia dan mikrobiologi serta isolasi bakteri penghasil asam selama fermentasi bekasam ikan mas (*Cyprinus Carpio*). *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 15(3), 232-239.
- Fardiaz, S. (1992). Mikrobiologi pangan. Pusat Antar Universitas.
- Hadinoto, S. (2013). Pembuatan bekasam cumi-cumi (*Loligo* sp.) dengan variasi pemberian garam (NaCl) dan beras gongseng (*Oriza sativa*) terhadap penerimaan konsumen. *Majalah Biam*, 9(2), 75-83.
- Hayati, R., & Fauzi, H. (2012). Kajian fermentasi dan suhu pengeringan pada mutu kakao (*Theobroma cacao* L.). *Jurnal Keteknik Pertanian*, 26(2), 129-135.
- Herbowo, M. S., Riyadi, P. H., & Romadhon, R. (2016). Pengaruh edible coating natrium alginat dalam menghambat kemunduran mutu daging rajungan (*Portunus pelagicus*) selama penyimpanan suhu rendah. *Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan*, 5(3), 37-44.
- Kalista, A., Supriadi, A., & RJ, S. H. (2012). Bekasam ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*) dengan penggunaan sumber

- karbohidrat yang berbeda. *Jurnal Fishtech*, 1(1), 1-113.
- Kinteki, G. A., Rizqiati, H., & Hintono, A. (2019). Pengaruh lama fermentasi kefir susu kambing terhadap mutu hedonik, total bakteri asam laktat (BAL), total khamir dan pH. *Jurnal Teknologi Pangan*, 3(1), 42-50.
- Kementerian Kelautan dan Perikanan. (2021). Produktivitas Perikanan Indonesia.
- Kementerian Kesehatan. (2017). Tabel Komposisi Pangan Indonesia (TKPI). Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Lestari, M. W., Bintoro, V. P., & Rizqiati, H. (2018). Pengaruh lama fermentasi terhadap tingkat keasaman, viskositas, kadar alkohol, dan mutu hedonik kefir air kelapa. *Jurnal Teknologi Pangan*, 2(1), 8-13.
- Lestari, S., Rinto, & Huriyah, S. B. (2018). Peningkatan sifat fungsional bekasam menggunakan starter *Lactobacillus acidophilus*. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 21(1), 179-187. <http://doi.org/10.17844/jphpi.v21i1.21596>
- Maharani, M. M., Bakrie, M., & Nurlala, N. (2021). Pengaruh jenis ragi, massa ragi dan waktu fermentasi pada pembuatan bioetanol dari limbah biji durian. *Jurnal Redoks*, 6(1), 57-65.
- Majid, A., Agustini, T. W., & Rianingsih, L. (2014). Pengaruh perbedaan konsentrasi garam terhadap mutu sensori dan kandungan senyawa volatil pada terasi ikan teri (*Stolephorus* sp.). *Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan*, 3(2), 17-24.
- Marantika, N. A., Haryati, S., & Sudjatinah, S. (2020). Konsentrasi garam terhadap sifat kimia, fisik dan organoleptik bekasam ikan kurisi (*Nemipterus nematophorus*). *Jurnal Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian*, 15(1), 40-46.
- Matakupan, J., Suprayitno, E., Widodo, M. S., & Sulistiyastuti, T. D. (2022). Characterization of the proximate content and fatty acid profile of squid (*Loligo* sp.) from Maluku waters. *Ecology, Environment and Conservation Paper*, 28(1), 99-104. <http://doi.org/10.53550/EEC.2022.v28i01.014>
- Nuraini, A., Ibrahim, R., & Rianingsih L. (2014). Pengaruh penambahan konsentrasi sumber karbohidrat dari nasi dan gula merah yang berbeda terhadap mutu bekasam ikan nila merah (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Saintek Perikanan*, 10(1), 19-25.
- Novianti, D. (2013). Kuantitasi dan identifikasi bakteri asam laktat serta konsentrasi asam laktat dari fermentasi ikan gabus (*Channa striata*), ikan nila (*Oreochromis niloticus*), dan ikan sepat (*Trichogaster trichopterus*) pada pembuatan bekasam. *Jurnal Sainmatika*, 10(2), 34-41.
- Novianti, R., Pratiwi, E., & Haryati, S. (2020). Pengaruh lama fermentasi terhadap karakteristik fisikokimia dan organoleptik bekasam ikan kurisi (*Nemipterus nematophorus*). *Jurnal Mahasiswa Food Technology and Agricultural Products*, 1-9.
- Onyekwelu, C. N., & Uzodinma E. O. (2022). Effect fermentation on volatile compounds of packaged castor oil – moringa seeds condiment (Ogiri). *Carpathian Journal of Food Science and Technology*, 14(3), 138-149.
- Peronika, T., Suharyanto, S., & Soetrisno, E. (2022). Introduksi teknologi lemea untuk produk daging sapi dengan lama fermentasi yang berbeda. *Buletin Peternakan Tropis*, 3(1), 24-32.
- Purnama, R., Mulqie, L., & Fitrianiingsih, S.P. (2021). Kajian literatur antibakteri tanaman Suku Apiaceae: adas (*Foeniculum vulgare*), ketumbar (*Coriandrum sativum*) dan seledri (*Apium graveolens*). *Farmasi*, 7(2), 794-803.
- Putra, M. D. H., Putri R. M. S., Oktavia Y, & Ilhamdy A. F. (2020). Karakteristik asam amino dan asam lemak bekasam kerang bulu (*Anadara antiquate*) di Desa Benan Kabupaten Lingga. *Marinade*, 3(2), 159-167.
- Rahardiyanti, F. P., Rianingsih L., & Dewi E. N. (2022). Penggunaan konsentrasi kunyit (*Curcuma longa*) yang berbeda terhadap

- mutu bekasam ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Pangan dan Gizi*, 12(1), 1-9.
- Rahmawati, R., Damayanti, A., Djajati, S., & Priyanto, A. D. (2021). Evaluasi proksimat dan organoleptik bekasam ikan wader (*Rasbora lateristriata*) berdasarkan perbedaan lama fermentasi dan konsentrasi garam. *Agroindustrial Technology Journal*, 5(2), 1-12.
- Rimadhini, F. N., Sumardianto, S., & Romadhon, R. (2020). Aktivitas antibakteri isolate bakteri asam laktat dari rusip ikan teri dengan konsentrasi gula aren cair yang berbeda. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Perikanan*, 2(1), 54-63.
- Rinto, R., Herpandi, H., Widiastuti, I., & Sudirman, S. (2022). Analisis bakteri asam laktat dan senyawa bioaktif selama fermentasi bekasam ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *AGRITECH-Jurnal Teknologi Pertanian*, 42(4), 400-409.
- Risna, Y. K., Sri-Harimurti, S. H., Wihandoyo, W., & Widodo, W. (2022). Kurva pertumbuhan isolat bakteri asam laktat dari saluran pencernaan itik lokal asal aceh. *Jurnal Peternakan Indonesia (Indonesian Journal of Animal Science)*, 24(1), 1-7.
- Rizal, S., Nurainy, F., & Fitriani, M. (2013). Pengaruh penambahan sari buah jambu biji merah (*Psidium guajava* L.) dan glukosa terhadap total bakteri asam laktat dan karakteristik organoleptik minuman sinbiotik cincau hijau (*Premna oblongifolia* Merr). *Jurnal Teknologi & Industri Hasil Pertanian*, 18(2), 144-156.
- Rohman, A. R., Dwiloka, B., & Rizqiati, H. (2019). Pengaruh lama fermentasi terhadap total asam, total bakteri asam laktat, total khamir dan mutu hedonik kefir air kelapa hijau (*Cocos nucifera*). *Jurnal Teknologi Pangan*, 3(1), 127-133.
- Roni, K. A., & Herawati N. (2012). Uji kandungan asam laktat di dalam limbah kubis dengan menggunakan NaCl dan CaCl₂. *Berkala Teknik*, 2(4), 320-333.
- Salim, A. N., Sumardianto, S., & Amalia, U. (2018). Efektivitas serbuk simplisia biji pepaya sebagai antibakteri pada udang putih (*Penaeus merguensis*) selama penyimpanan dingin. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 21(2), 188-198.
- Siregar, A. D., Ravico, & Ramadhona, N. (2021). Pendekatan etnosains pada pembelajaran IPA dalam proses pembuatan bekasam untuk menumbuhkan nilai kearifan lokal. *Symbiotic: Journal of Biological Education and Science*, 2(2), 79-89.
- Siswanto, A., Sumardianto, S., & Romadhon, R. (2018). Pengaruh perbedaan konsentrasi garam pada ikan peda kembung (*Rastrelliger* sp.) terhadap jumlah bakteri penghasil asam sebagai penghambat pertumbuhan *Staphylococcus Aureus* dan *Escherichia Coli*. *Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan*, 6(2), 17-23.
- Sudarmadji, S., Haryono B., & Suhardi. (1984). Prosedur analisa untuk bahan makanan dan pertanian. Liberty.
- Suharyono, S., Rizal, S., & Kurniadi, M. (2012). Pertumbuhan *L. casei* pada berbagai lama fermentasi minuman sinbiotik dari ekstrak cincau hijau (*Premna oblongifolia* merr). *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 5(2), 117-128.
- Susianti, S., Amalia, U., & Rianingsih, L. (2020). Penambahan gum arab dengan konsentrasi yang berbeda terhadap kandungan senyawa volatil bubuk rusip ikan teri (*Stolephorus* sp.). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Perikanan*, 2(1), 10-19.
- Tarwendah, I. P. (2017). Jurnal review: studi komparasi atribut sensoris dan kesadaran merek produk pangan. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 5(2), 66-73.
- Xu, M., Jin, Z., Lan, Y., Rao, J., & Chen, B. (2019). HS-SPME-GC-MS/olfactometry combined with chemometrics to assess the impact of germination on flavor attributes of chickpea, lentil, and yellow pea flours. *Food Chemistry*, 280(1), 83-95.
- Wang, Z., de Jager, L. S., Begley, T., & Genualdi, S. (2022). Large volume headspace GC/MS analysis for the identification of volatile compounds relating to seafood decomposition. *Food Science & Nutrition*, 10(4), 1195-1210.

- Wardani, A. K. (2016). Pengaruh lama pengasapan dan lama fermentasi terhadap sosis fermentasi ikan lele (*Clarias gariepinusa*). *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 4(1), 367-376.
- Wu, S., Yang, J., Dong, H., Liu, Q., Li, X., Zeng, X., & Bai, W. (2021). Key aroma compounds of chinese dry-cured spanish mackerel (*Scomberomorus niphonius*) and their potential metabolic mechanisms. *Food Chemistry*, 342(1), 1-9.
- Zuidar, A. S., Rizal, S., & Widyastuti, K. (2016). Pengaruh jenis ikan dan konsentrasi garam pada rebung ikan terfermentasi. *Jurnal Kelitbangan Provinsi*, 4(2), 181-194.