

Uji Kualitas Bakteri pada Terasi Toboali dengan Lama Fermentasi yang Berbeda

Toboali's Shrimp Paste Bacterial Quality Testing with Variation of Fermentation Times

Henny Helmi¹⁾, Ahmad Arsyadi¹⁾, Salmi^{1)*}

1)Prodi Biologi, Fakultas Pertanian, Universitas Bangka Belitung, Indonesia

*Corresponding author: namiesalmi@gmail.com

ABSTRAK

Terasi merupakan bumbu dalam beragam masakan khas Indonesia. Terasi Toboali merupakan salah satu terasi yang dibuat di daerah Toboali, Bangka Selatan, terkenal lezat dan tanpa bahan tambahan lainnya seperti pengawet dan pewarna. Tujuan penelitian ini yaitu untuk membandingkan kualitas bakteri terasi pada terasi dengan lama fermentasi yang berbeda. Kadar garam yang digunakan pada penelitian ini yaitu 20%. Udang yang digunakan sebagai bahan baku pada penelitian ini yaitu *Acetes japonicus* dan garam yang digunakan yaitu garam krosok. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terasi pada 0 dan 7 hari fermentasi mengandung coliform dan colifekal. Setelah 14 hari dan 28 hari fermentasi, terasi tidak mengandung coliform dan colifekal. Semua sampel tidak mengandung *E.coli* dan *Salmonella*. Sementara total bakteri nonhalofil dan bakteri halofil terus menurun hingga akhir fermentasi. Bakteri asam laktat cenderung meningkat hingga hari ke-14 fermentasi kemudian menurun hingga akhir fermentasi. Bakteri non halofil masih diatas angka yang diperbolehkan untuk keamanan produk pangan (lebih dari 10⁵ CFU/g) hingga 21 hari fermentasi. Berdasarkan hasil yang diperoleh sebaiknya terasi difermentasi terlebih dahulu hingga 28 hari fermentasi untuk mengurangi jumlah bakteri coliform, colifekal dan total bakteri nonhalofil.

Kata Kunci: bakteri, cemaran, garam 20%, terasi.

ABSTRACT

Terasi is a condiment in a variety of Indonesian cuisine. Toboali's shrimp paste is made in the Toboali district, South Bangka. This shrimp paste is famous for being delicious and without other additives such as preservatives and coloring agent. The purpose of this study was to compare the bacteria quality of shrimp paste with different fermentation times. The salt content used in this study was 20%. Shrimp used as raw material in this study was *A. japonicus* and the salt used was solar salt. The results showed that the shrimp paste at 0 and 7 days of fermentation contained coliform and colifecal. After 14 days and 28 days of fermentation, the shrimp paste did not contain coliform and colifecal. All samples did not contain *E.coli* and *Salmonella*. Meanwhile, the total nonhalophilic bacteria and halophilic bacteria decreased until the end of fermentation. Lactic acid bacteria increased until 14 days fermentation and decreased until the end of fermentation. Non-halophilic bacteria was still above the permissible number for food product safety (more than 10⁵ CFU/g) up to 21 days of fermentation. Based on the results obtained, the shrimp paste should be fermented up to 28 days of fermentation to reduce the number of coliform, colifecal and total non-halophilic bacteria.

Keywords: bacteria, contamination, salt 20%, shrimp paste.

PENDAHULUAN

Terasi digunakan sebagai bumbu dalam beragam masakan Indonesia. Terasi dibuat dari udang kecil atau rebon dengan penambahan garam difermentasi pada suhu tertentu selama beberapa hari (Rahmayati *et al.*, 2014). Salah satu terasi yang terkenal di Indonesia yaitu terasi Toboali. Terasi Toboali merupakan terasi yang diproduksi di daerah Toboali, Bangka Selatan yang terkenal dengan kelezatannya, dibuat tanpa pengawet, tanpa pewarna dan tidak pahit (Prihanto dan Muyasyaroh, 2021). Terasi ini dibuat dengan cara mencampur udang *Acetes japonicus* dengan garam kemudian difermentasi selama 48 jam. Terasi Toboali memiliki kandungan asam glutamat dan protein yang tinggi serta rasa yang disukai namun terasi ini memiliki total bakteri yang melebihi batas yang diperbolehkan pada bahan pangan (Helmi *et al.*, 2022).

Kandungan bakteri dalam terasi tercantum dalam standar kualitas mikrobiologis terasi menurut SNI 2076:2016. Standar kualitas mikrobiologis terasi adalah tidak mengandung bakteri *E. coli* dan *Salmonella* dengan standar batas bakteri yang diperbolehkan pada bahan pangan yaitu 10^5 CFU/g (Pal *et al.*, 2016). Ada beberapa faktor yang mempengaruhi keberadaan bakteri pada terasi dapat berasal dari air yang digunakan untuk mencuci udang, peralatan, atau mikroorganisme yang berasal dari tanah selama proses pengeringan (Helmi *et al.*, 2022b).

Penelitian terdahulu menemukan adanya kandungan *E.coli* dan *Salmonella* pada terasi. Menurut Rosida dan Faridayanti (2013), terdapat kontaminasi bakteri *E. coli* pada semua sampel (12 merk terasi) di daerah Surabaya Timur. Mulyani *et al.*, (2021) melaporkan terasi Tegal yang dibuat dengan cara udang dicuci, dijemur, ditumbuk, ditambah garam masing-masing 5%, 10%, 15%, kemudian difermentasi 12 hari mengandung bakteri coliform namun tidak mengandung *E. coli* dan *Salmonella*. Keberadaan bakteri pada terasi ataupun

makanan lainnya menunjukkan rendahnya sanitasi. Proses pembuatan makanan fermentasi dengan menggunakan bahan baku dan peralatan yang tidak steril dapat menyebabkan tumbuhnya bakteri patogen (Lee *et al.*, 2014).

Garam merupakan bahan pengawet pada makanan dengan cara mengikat air sehingga menyebabkan menurunnya air yang tersedia untuk pertumbuhan bakteri. Umumnya terasi dibuat dengan garam 10-15% (Ali *et al.*, 2020) Penggunaan garam yang terlalu rendah dapat meningkatkan mikroorganisme pembusuk pada produk makanan fermentasi termasuk terasi (Stringer dan Pin; 2005, Shi *et al.*, 2022). Penggunaan garam yang berlebihan pada produk makanan fermentasi dapat menghambat proses enzimatik mikroorganisme (Albarracín *et al.*, 2011; Xu *et al.*, 2008; Lee *et al.*, 2014) dan mengurangi nutrisi (Cai *et al.*, 2017; Xu *et al.*, 2008). Garam dapat mempengaruhi kualitas makanan fermentasi dengan cara menekan pertumbuhan bakteri pembusuk dan patogen sehingga hanya bakteri yang halofil dapat bertahan pada proses fermentasi (Lee *et al.*, 2022; Yuktika *et al.*, 2017; Zang *et al.*, 2020). Garam dapat menyebabkan terhambatnya aktivitas metabolisme sel pada bakteri non halofil (Gildberg dan Thongthai 2008; Sévin *et al.*, 2016; Zang *et al.*, 2020).

Pada terasi dengan garam rendah melibatkan peranan bakteri asam laktat seperti *Tetragenococcus muriaticus* (Helmi *et al.*, 2022b). Pada proses pembuatan makanan fermentasi, bakteri asam laktat berperan menghasilkan bakteriosin dan menurunkan pH sehingga menghambat bakteri patogen dan pembusuk (Yang *et al.*, 2020). Pada proses fermentasi makanan dengan kadar garam tinggi terlibat bakteri halofil. Bakteri halofil berperan menghambat pertumbuhan bakteri non halofil termasuk bakteri patogen. Produsen terasi menambahkan garam yang lebih banyak pada saat musim penghujan untuk mencegah pertumbuhan bakteri patogen dan pembusuk sehingga terasi lebih awet. Menurut SNI

2076:2016, batas tertinggi garam yang diperbolehkan pada terasi yaitu 20%. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kualitas cemaran bakteri (coliform, colidekal, *E. coli*, *Salmonella*), total bakteri halofil, non halofil dan bakteri asam laktat pada terasi Toboali dengan garam 20% pada lama fermentasi yang berbeda sehingga bisa ditentukan lama fermentasi yang tepat untuk menghasilkan terasi yang aman dikonsumsi.

METODE PENELITIAN

Proses Pembuatan Terasi

Terasi Toboali dengan kadar garam 20% dibuat dengan cara udang *Acetes japonicus* dijemur selama 4 jam kemudian ditimbang sebanyak 700 g udang ditambahkan 175 g garam krosok kemudian dihaluskan dengan cara ditumbuk. Setelah ditumbuk kemudian difermentasi selama 48 jam. Setelah fermentasi, terasi dijemur dibawah sinar matahari selama 4 jam. Setelah penjemuran, terasi kembali ditumbuk (dihaluskan). Terasi yang sudah dihaluskan ini diambil sebanyak 50 g sebagai kondisi awal (0 hari fermentasi). Terasi kemudian dikemas dan difermentasi tahap lanjutan selama 28 hari. Setiap 7 hari, terasi diambil sebanyak 55 g untuk sampel uji. Pengambilan sampel uji dilakukan hingga 28 hari. Sampel yang telah diambil disimpan pada suhu -4°C . Penyimpanan dilakukan tidak melebihi 24 jam untuk analisis penentuan total bakteri baik bakteri non halofil, halofil dan BAL serta deteksi cemaran mikrona.

Penentuan Total Bakteri Non Halofil, Halofil dan Bakteri Asam Laktat

Jumlah total bakteri non halofil dilakukan dengan menggunakan metode *Total Viable Count* (TVC) dengan menggunakan media *Nutrient Agar* (NA) untuk bakteri halofil, media de Man–Rogosa–Sharp (MRS) agar (Sang *et al.*, 2020), dan *Salt Marine Agar* (SMA) (Fukui *et al.*, 2012) dengan modifikasi. Sampel udang (1

g) ditimbang ke dalam kantong plastik steril dengan 9 mL NaCl 0,85% untuk pengenceran dan homogenisasi. Pengenceran serial dilakukan, selanjutnya sebanyak 0,1 mL pengenceran disebarkan pada cawan petri yang berisi agar. Hasil TVC ditentukan setelah cawan petri yang telah disebar dengan pengenceran sampel diinkubasi pada suhu 35°C selama 48 jam.

Deteksi Cemaran Mikroba (total coliform, total colifekal, *E. coli* dan *Salmonella*)

Enumerasi coliform, colifekal, dan deteksi *E. coli* dilakukan menurut (Feng *et al.*, 2011) dengan modifikasi. Sebanyak 25 g terasi ditimbang dan kemudian dimasukkan ke dalam kantong plastik steril dengan 225 mL *Butterfield Phosphate Buffer* (BPB), dihomogenisasi selama 2 menit. Pengenceran serial dilakukan dan 1 mL pengenceran 10^{-1} , 10^{-2} , dan 10^{-3} dipindahkan ke medium *Lactose Broth* (LB) yang ditambahkan indikator merah fenol dengan tabung Durham di dalamnya. Hasil dinyatakan positif jika media berubah menjadi keruh dan terdapat pembentukan gas dalam tabung Durham setelah diinkubasi pada suhu $35^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ selama 24-48 jam. Hasil positif pada media LB dipindahkan satu loop jarum inokulasi ke BGLBB (*Brilliant Green Lactose Bile Broth*) dan media *Endo Broth*. Medium BGLBB diinkubasi pada suhu $35^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ selama 48 jam ± 2 jam, sedangkan medium *Endo Broth* diinkubasi dalam *water bath shaker* pada suhu $45^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ selama 48 jam ± 2 jam. Hasil positif pada media BGLBB (berawan dan terbentuk gas) menunjukkan angka coliform, sedangkan hasil positif di *Endo Broth* menunjukkan angka colifekal. Hasil positif dalam media *Endo Broth* diambil dengan menggunakan satu loop jarum inokulasi dan digoreskan pada media *Eosin Methylene Blue Agar* (EMBA). Hasil positif menunjukkan adanya koloni hijau metalik. Hasil positif dikonfirmasi oleh uji IMVIC (*Indole*, *Methyl Red*, *Voges-Proskauer* dan *Simon citrate*) dan pewarnaan Gram.

Deteksi *Salmonella* dilakukan dengan metode BAM (*Bacteriological Analytical*

Manual, 2014) dengan modifikasi. Sebanyak 25 g pasta udang dimasukkan ke dalam kantong plastik steril dengan 225 mL *Lactose Broth*, dihomogenisasi dan kemudian dipindahkan ke labu Erlenmeyer steril dan dibiarkan pada suhu kamar selama 60 menit. Sebelum diinkubasi pada $35\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ selama 24 jam \pm 2 jam, labu Erlenmeyer dikocok dengan hati-hati dan kemudian tutup kapas dilonggarkan sebelum diinkubasi. Setelah 24 jam inkubasi, 1 mL LB yang diinkubasi dipindahkan ke 10 mL media *Tetrathionate Broth* (TTB) dan diinkubasi pada $35\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ selama 24 jam \pm 2 jam. Kemudian, sebanyak satu loop jarum inokulasi yang diambil dari media kaldu TT yang telah diinkubasi, disebarkan pada media *Salmonella Shigella Agar* (SSA) dan agar *Xylose Lysine Deoxylate* (XLD Agar) kemudian diinkubasi pada suhu $35\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ selama 24 jam \pm 2 jam. Hasil positif ditunjukkan oleh adanya koloni yang jernih dengan pusat hitam pada media SSA dan koloni merah muda dengan pusat hitam pada media XLD. Untuk pengujian lebih lanjut, sebanyak satu tusukan dari koloni yang positif ditusuk pada media agar *Triple Sugar Iron Agar* (TSIA) dan *Lysine Iron Agar* (LIA) miring dan digores pada bagian miring media dengan menggunakan

jarum inokulasi. Hasil positif ditunjukkan oleh terbentuknya warna kuning didasar tabung dan merah bata pada bagian miring media TSIA sedangkan untuk media LIA hasil positif tampak warna kuning di dasar tabung dan ungu pada bagian miring dari media.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Total bakteri coliform, colifekal, *E. coli* dan *Salmonella* dapat dilihat pada Tabel 1. Berdasarkan tabel tersebut semua terasi dengan garam 20% memenuhi standar kualitas terasi menurut SNI 2076:2016 karena tidak mengandung *E. coli* dan *Salmonella*. Namun, pada waktu 0 hari fermentasi dan 7 hari fermentasi masih mengandung bakteri coliform dan colifekal. Walaupun bukan prasyarat kualitas mikrobiologi pada terasi, namun coliform dan colifekal merupakan prasyarat bagi kualitas makanan dan menunjukkan higienitas suatu produk makanan (Pyz-Łukasik *et al.*, 2018, Sarojnalini dan Suchitra, 2009). Penurunan bakteri coliform juga diamati seiring dengan masa fermentasi keju (Pyz-Łukasik *et al.*, 2018).

Tabel 1. Total bakteri coliform, colifekal, *E. coli* dan *Salmonella* pada terasi Toboali pada kadar garam 20%.

Masa fermentasi	Coliform (MPN/g)	Colifekal (MPN/g)	<i>E. coli</i>	<i>Salmonella</i>
0 hari fermentasi	460	460	-	-
7 hari fermentasi	9.2	9.2	-	-
14 hari fermentasi	<3	<3	-	-
21 hari fermentasi	<3	<3	-	-
28 hari fermentasi	<3	<3	-	-

Keterangan : MPN= Most Probable Number

Tabel 1 juga menunjukkan terasi tidak mengandung *E. coli* dan *Salmonella*. *E. coli* dan *Salmonella* merupakan bakteri yang dapat menimbulkan penyakit yang berasal dari makanan (*food born disease*). *E. coli* dan *Salmonella* dapat menyebabkan penyakit seperti tipus dan diare. Keberadaan *E. coli* dan *Salmonella* pada makanan menunjukkan sanitasi yang jelek dalam proses sanitasi makanan. Penambahan garam sebanyak 20% merupakan penghambat pertumbuhan bagi bakteri *E. coli* dan *Salmonella*. *E. coli* dan *Salmonella*

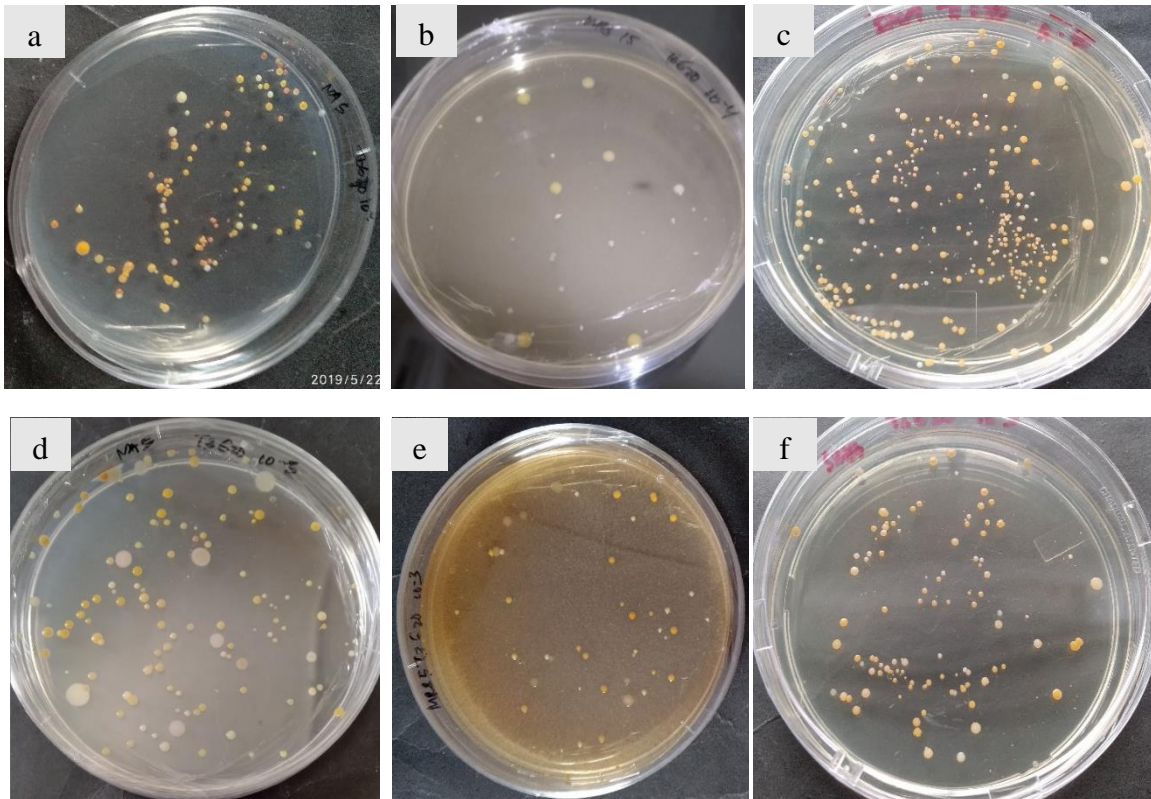
merupakan bakteri non halofil sehingga tidak dapat tumbuh pada kadar garam tinggi.

Tabel 2 menunjukkan total bakteri nonhalofil, bakteri asam laktat dan bakteri halofil pada terasi dengan garam 20%. Gambar 1 menunjukkan penampakan koloni bakteri halofil, non halofil dan BAL masing-masing pada media NA, MRS, dan SMA pada lama fermentasi yang berbeda. Bakteri non halofil dan bakteri halofil semakin rendah total koloninya seiring dengan lamanya fermentasi. Beberapa produk fermentasi, seperti senyawa asam, p-

kresol, fenol bersifat racun bagi bakteri lain (Fernández dan Zúñiga, 2006). Terasi merupakan produk yang tinggi asam amino dan protein (Hajeb and Jinap, 2012; Ali *et al.*, 2020; Prihanto dan Muyasyaroh, 2021; Helmi *et al.*, 2022) sehingga diakhir fermentasi protein dan asam amino dapat terdegradasi. p-kresol yang merupakan senyawa antibakteri dapat dihasilkan dari degradasi asam amino tirosin dan asam amino fenilalanin melalui asam 4-hidroksifenilasetat (Vanholder *et al.*, 1999; Selvaraj *et al.*, 2016). Produk degradasi asam amino seperti amoniak juga dapat terakumulasi seiring dengan fermentasi dan dapat menghambat pertumbuhan bakteri tertentu (Leejeerajumnean *et al.*, 2000).

Pada tabel 2, total bakteri asam laktat meningkat hingga 14 hari fermentasi dan menurun hingga akhir fermentasi. Proses

degradasi senyawa kompleks pada terasi dengan kadar garam 20% terjadi hingga hari ke-7 fermentasi. Pada hari ke-14 telah tersedia senyawa sederhana yang merupakan substrat untuk pertumbuhan bakteri asam laktat (BAL). BAL hidup dengan memanfaatkan sumber karbon sederhana untuk mendukung pertumbuhannya (Fernández dan Zúñiga, 2006). BAL merupakan bakteri yang dapat menghasilkan asam laktat dan bakteriosin yang menghambat pertumbuhan bakteri lainnya (Gänzle, 2015; Fernández dan Zúñiga, 2006). Penurunan BAL setelah 14 hari fermentasi dapat disebabkan berkurangnya sumber karbohidrat menjelang akhir fermentasi. Menurut Yang *et al.*, (2020), pada akhir fermentasi, sumber karbohidrat seperti glukosa akan menurun dan dihasilkan senyawa asam organik seperti asam laktat.



Gambar 1. Total bakteri pada terasi Toboali dengan garam 20% pada 0 hari fermentasi terasi pada pengenceran (10^{-4}), a) bakteri non halofil, b) BAL, c) bakteri halofil. Total bakteri pada terasi Toboali dengan garam 20% pada 21 hari fermentasi terasi dengan pengenceran (10^{-3}), d) bakteri non halofil, e) BAL, f) bakteri halofil

Tabel 2. Total bakteri nonhalofil, bakteri asam laktat dan bakteri non halofil pada terasi (MPN/g)

Masa fermentasi	Total bakteri non halofil	Total Bakteri Asam Laktat	Total bakteri halofil
0 hari fermentasi	6.04±0.28	4.40±0.55	6.06±0.02
7 hari fermentasi	5.16±0.71	4.79±0.78	5.36±0.14
14 hari fermentasi	5.13±0.77	5.04±0.12	5.33±0.01
21 hari fermentasi	5.12±0.95	4.74±0.32	5.25±0.12
28 hari fermentasi	4.51±0.13	4.39±0.29	4.66±0.01

Garam dapat menekan pertumbuhan bakteri pembusuk dan patogen sehingga hanya bakteri yang halofil dapat bertahan (Lee *et al.*, 2022; Zang *et al.*, 2020). Garam dapat menghambat aktivitas enzimatis sel pada bakteri non halofil (Gildberg dan Thongthai 2008; Sévin *et al.*, 2016; Zang *et al.*, 2020). Bakteri halofil memiliki mekanisme khusus bertahan pada konsisi tekanan osmotik garam dengan cara memasukan ion anorganik seperti K⁺ ke dalam sel dan memproduksi asam organik seperti asam glutamat (Sévin *et al.*, 2016; Joghee dan Jayaraman 2014; Gregory dan Boyd, 2021). Walaupun dengan penambahan garam 20%, total bakteri nonhalofil masih tinggi dan memiliki jumlah yang hampir sama dengan total bakteri halofil. Kesamaan ini menunjukkan adanya bakteri yang memiliki kemampuan hidup pada kisaran kadar garam yang luas. Menurut Ruginescu *et al.*, (2022), enzim pada beberapa

bakteri halofil berevolusi sehingga diperoleh struktur yang stabil dan aktivitas katalitik pada rentang kadar garam yang luas.

KESIMPULAN

Pada proses fermentasi terasi Toboali terdapat bakteri halofil, bakteri non halofil dan bakteri asam laktat. Semakin lama fermentasi terjadi penurunan jumlah bakteri halofil dan non halofil. BAL meningkat pertumbuhannya hingga 14 hari fermentasi dan menurun sampai akhir fermentasi. Sepanjang fermentasi terasi tidak terdapat bakteri *E.coli* dan *Salmonella*. Terasi aman untuk dikonsumsi setelah difermentasi 28 hari fermentasi karena jumlah bakteri yang sedikit dan memenuhi persyaratan keamanan pangan serta tidak mengandung bakteri coliform dan colifekal.

DAFTAR PUSTAKA

- Albarracín, W., Sánchez, I. C., Grau, R., & Barat, J. M. (2011). Salt in food processing; usage and reduction: A review, *International Journal of Food Science and Technology*, 46(7), 1329–1336.
- Ali, M., Kusnadi, J., Aulanni'am, A., & Yunianta, Y. (2020). Amino acids, fatty acids and volatile compounds of Terasi Udang, an Indonesian Shrimp paste, during fermentation, *AAFL Bioflux*, 13(2), 938–950.
- Cai, L., Wang, Q., Dong, Z., Liu, S., Zhang, C., & Li, J. (2017). Biochemical, Nutritional, and Sensory Quality of the Low Salt Fermented Shrimp Paste, *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 26(6), 706–718.
- Feng, P., Weagant, S. D., Grant, M. A., and Burkhardt, W. (2011). BAM Chapter 4 Enumeration of Escherichia coli and the Coliform Bacteria, retrieved from internet: <https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bam-chapter-4-enumeration-escherichia-coli-and-coliform-bacteria>, (6), 1–7.
- Fernández, M., & Zúñiga, M. (2006). Amino acid catabolic pathways of lactic acid bacteria, *Critical Reviews in Microbiology*, 32(3), 155–183.
- Fukui, Y., Yoshida, M., Shozen, K. ichi, Funatsu, Y., Takano, T., Oikawa, H., Yano, Y., & Satomi, M. (2012). Bacterial communities in fish sauce mash using culture-dependent and -independent methods, *Journal of General and Applied Microbiology*, 58(4), 273–281.
- Gänzle, M. G. (2015). Lactic metabolism

- revisited: Metabolism of lactic acid bacteria in food fermentations and food spoilage, *Current Opinion in Food Science*, 2(Figure 2), 106–117.
- Gildberg, A., & Thongthai, C. (2008). The Effect of Reduced Salt Content and Addition of Halophilic Lactic Acid Bacteria on Quality and Composition of Fish Sauce Made from Sprat, *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 10(1), 77–78.
- Gregory, G. J., & Boyd, E. F. (2021). Stressed out: Bacterial response to high salinity using compatible solute biosynthesis and uptake systems, lessons from Vibrionaceae, *Computational and Structural Biotechnology Journal*, 19, 1014–1027.
- Hajeb, P., & Jinap, S. (2012). Fermented shrimp products as source of umami in Southeast Asia, *Journal of Nutrition & Food Sciences*, 01(S10), 1–5.
- Helmi, H., Astuti, D. I., Dungani, R., & Aditiawati, P. (2022). A Comparative Study on Quality of Fermented Shrimp Paste (Terasi) of Pelagic Shrimp from, *Squalen Bulletin of Marine and Fisheries Postharvest and Biotechnology*, 17(1), 23–34.
- Helmi, H., Astuti, D. I., Putri, S. P., Sato, A., Laviña, W. A., Fukusaki, E., & Aditiawati, P. (2022). Dynamic Changes in the Bacterial Community and Metabolic Profile during Fermentation of Low-Salt Shrimp Paste (Terasi), *Metabolites*, 12(118), 1–18.
- Joghee, N. N., & Jayaraman, G. (2014). Metabolomic characterization of halophilic bacterial isolates reveals strains synthesizing rare diaminoacids under salt stress, *Biochimie*, 102(1), 102–111.
- Lee, S. H., Jung, J. Y., & Jeon, C. O. (2014). Microbial successions and metabolite changes during fermentation of salted shrimp (saeu-jeot) with different salt concentrations, *PLoS ONE*, 9(2), 1–12.
- Lee, S., Kim, D., Son, Y., Le, H., Jo, S. W., Lee, J., Song, Y., & Kim, H. (2022). Effects of Salt Treatment Time on the Metabolites, Microbial Composition, and Quality Characteristics of the Soy Sauce Moromi Extract.
- Leejeerajumnean, A., Ames, J. M., & Owens, J. D. (2000). Effect of ammonia on the growth of Bacillus species and some other bacteria, *Letters in Applied Microbiology*, 30(5), 385–389.
- Mulyani, S., Vestiyati, P. M., Kusnandar, Alamsyah, H. K., & Simanjuntak, S. W. (2021): Effect of differences in salt concentration on the quality of rebon shrimp paste (Acetes Sp) in Tegal District, *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 755(1).
- Pal, M., Ketema, A., Anberber, M., Mulu, S., & Dutta, Y. (2016). Microbial quality of Fish and Fish Products, *Microbial Quality of Fish and Fish Products*, 43(2), 1–4.
- Prihanto, A. A., & Mulyasari, H. (2021): The Indonesian fermented food product terasi : history and potential bioactivities, *Systematic Reviews in Pharmacy*, 12(2), 378–384.
- Pyz-Łukasik, R., Knysz, P., and Gondek, M. (2018). Hygiene Quality and Consumer Safety of Traditional Short-and Long-Ripened Cheeses from Poland, *Journal of Food Quality*, 2018, 1–7.
- Rahmayati, R., Har Riyadi, P., & Rianingsih, L. (2014). Perbedaan konsentrasi garam terhadap pembentukan warna terasi udang rebon (Acetes sp.) basah, *Jurnal Pengolahan Dan Bioteknologi Hasil Perikanan*, 3(1), 108117.
- Rosida, R., & Faridayanti, A. (2013). Kontaminasi Mikroba pada Terasi yang Beredar di Pasar Wilayah Surabaya Timur, *J. Rekapangan*, 7(1), 67–75.
- Ruginescu, R., Enache, M., Popescu, O., Gomoiu, I., Cojoc, R., Batrinescu-Moteau, C., Maria, G., Dumbravician, M., & Neagu, S. (2022): Characterization of Some Salt-Tolerant Bacterial Hydrolases with Potential Utility in Cultural Heritage

- Bio-Cleaning, *Microorganisms*, 10(3), 1–15.
- Sang, X., Li, K., Zhu, Y., Ma, X., Hao, H., Bi, J., Zhang, G., & Hou, H. (2020). The Impact of Microbial Diversity on Biogenic Amines Formation in Grasshopper Sub Shrimp Paste During the Fermentation, *Frontiers in Microbiology*, 11(April), 1–13.
- Sarojnalini, C., & Suchitra, T. (2009). Microbial profile of starter culture fermented fish product “Ngari” of Manipur, *Indian Journal of Fisheries*, 56(2), 123–127.
- Selvaraj, B., Buckel, W., Golding, B. T., Ullmann, G. M., & Martins, B. M. (2016). Structure and function of 4-hydroxyphenylacetate decarboxylase and its cognate activating enzyme, *Journal of Molecular Microbiology and Biotechnology*, 26(1–3), 76–91.
- Sévin, D. C., Stählin, J. N., Pollak, G. R., Kuehne, A., & Sauer, U. (2016). Global metabolic responses to salt stress in fifteen species, *PLoS ONE*, 11(2), 1–21.
- Shi, Y. C., Lai, C. Y., Lee, B. H., & Wu, S. C. (2022). The Bacterial and Fungi Microbiota of Soy Sauce-Supplied Lactic Acid Bacteria Treated with High-Pressure Process, *Fermentation*, 8(3).
- Stringer, S., & Pin, C. (2005): *Microbial risks associated with salt reduction in certain foods and alternative options for preservation. Technical Report.*, Institute of Food Research, Norwich, UK, retrieved from internet: <http://multimedia.food.gov.uk/multimedia/pdfs/acm740a.pdf>, 50.
- Vanholder, R., De Smet, R., & Lesaffer, G. (1999). p-Cresol: A toxin revealing many neglected but relevant aspects of uraemic toxicity, *Nephrology Dialysis Transplantation*, 14(12), 2813–2815.
- Xu, W., Yu, G., Xue, C., Xue, Y., & Ren, Y. (2008). Biochemical changes associated with fast fermentation of squid processing by-products for low salt fish sauce, *Food Chemistry*, 107(4), 1597–1604.
- Yang, X., Hu, W., Xiu, Z., Jiang, A., Yang, X., Saren, G., Ji, Y., Guan, Y., & Feng, K. (2020). Effect of salt concentration on microbial communities, physicochemical properties and metabolite profile during spontaneous fermentation of Chinese northeast sauerkraut, *Journal of Applied Microbiology*, 129(6), 1458–1471.
- Yuktika, S., Sutiyanti, E., Dhewi, E. S., Martika, S. D., & Damas, R. (2017). Pengaruh Variasi Konsentrasi Garam terhadap Kualitas Fermentasi Udang The Influence of Salt Concentration on the Fermentation of Shrimp, *Bioedukasi*, 10(2), 18–23.
- Zang, J., Xu, Y., Xia, W., & Regenstein, J. M. (2020). Quality, functionality, and microbiology of fermented fish: a review, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 60(7), 1228–1242.