



Homepage Journal: <https://jurnal.unismuhpalu.ac.id/index.php/JKS>

Kajian Literatur : Senyawa Volatil Pembentuk Flavor Terasi

Literature Review : Volatile Compounds Forming Terasi Flavor

Setyaning Pawestri¹, Made Gendis Putri Pertiwi², Firman Fajar Perdhana³

¹Imu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pangan dan Agroindustri, Universitas Mataram, Mataram, Indonesia, 83115, email : setyaning_pawestri@unram.ac.id

²Imu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pangan dan Agroindustri, Universitas Mataram, Mataram, Indonesia, 83115, email : md_gendisputri@unram.ac.id

³Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pangan dan Agroindustri, Universitas Mataram, Mataram, Indonesia, 83115, email : firman.perdhana@unram.ac.id

*Corresponding Author: E-mail: md_gendisputri@unram.ac.id

Artikel Review

Article History:

Received: 08 May, 2025

Revised: 14 Jun, 2025

Accepted: 25 Jun, 2025

Kata Kunci:

Terasi;

Fermentasi Spontan;

Senyawa Volatil;

Flavor

Keywords:

Shrimp Paste;

Spontaneous Fermentation;

Volatile Compounds;

Flavor

DOI: 10.56338/jks.v8i6.7737

ABSTRAK

Terasi merupakan produk fermentasi tradisional berbahan dasar udang yang memiliki peran penting dalam kuliner Indonesia, terutama sebagai penyedap dengan cita rasa dan aroma khas. Ciri utama dari flavor terasi terbentuk melalui fermentasi spontan yang melibatkan aktivitas mikroorganisme halofilik dan enzim yang memecah protein dan lipid menjadi senyawa volatil. Senyawa-senyawa ini, seperti alkohol, aldehida, keton, ester, asam organik, senyawa sulfur, dan nitrogen, memberikan aroma kompleks dan karakteristik yang khas pada terasi. Proses pembentukan senyawa volatil ini sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor eksternal, seperti jenis bahan baku, kadar garam, suhu, kelembaban, dan lama fermentasi. Perbedaan waktu fermentasi, yang bervariasi antara beberapa minggu hingga beberapa tahun di berbagai negara, turut menentukan komposisi dan intensitas senyawa volatil yang terbentuk. Senyawa sulfur dan aldehida umumnya bertanggung jawab atas aroma tajam dan menyengat, sedangkan ester dan keton menyumbang aroma yang lebih lembut dan kompleks. Pemahaman terhadap jalur biokimia dan interaksi mikroorganisme selama fermentasi menjadi krusial dalam mengontrol dan mengoptimalkan pembentukan flavor khas terasi. Ulasan ini disusun menggunakan metode literature review naratif, dengan menekankan pada peran senyawa volatil dalam pembentukan flavor dan biogenesis senyawa volatil terasi.

ABSTRACT

Shrimp paste (terasi) is a traditional fermented product made from shrimp that plays an important role in Indonesian cuisine, particularly as a seasoning known for its distinctive taste and aroma. The characteristic flavor of terasi is primarily formed through spontaneous fermentation involving the activity of halophilic microorganisms and enzymes that break down proteins and lipids into volatile compounds. These compounds, including alcohols, aldehydes, ketones, esters, organic acids, sulfur, and nitrogen compounds, contribute to the complex and unique aroma of terasi. The formation of these volatile compounds is highly influenced by various external factors such as the type of raw materials, salt concentration, temperature, humidity, and fermentation duration. Differences in fermentation time, which may range from several weeks to several years depending on the country, also affect the composition and intensity of the resulting volatiles. Sulfur compounds and aldehydes are generally responsible for the strong and pungent aroma, while esters and ketones contribute softer and more complex aromatic notes. Understanding the biochemical pathways and microbial interactions during fermentation is crucial for controlling and optimizing the development of terasi's characteristic flavor. This review was compiled using a narrative literature review method, emphasizing the role of volatile compounds in flavor formation and the biogenesis of terasi volatiles.

PENDAHULUAN

Terasi telah lama menjadi bumbu esensial dalam kuliner Indonesia, memberikan sentuhan rasa umami dan aroma khas yang memperkaya berbagai hidangan (Lu, Teo, & Liu, 2022). Sebagai produk fermentasi berbasis udang, terasi memiliki karakteristik flavor yang unik, yang terbentuk dari senyawa volatil hasil fermentasi spontan. Berbagai daerah di Indonesia memiliki varian terasi dengan karakteristik yang berbeda, tergantung pada bahan baku, metode fermentasi, serta faktor lingkungan.

Salah satu varian yang terkenal adalah Terasi Lombok, yang dicirikan oleh warna gelap pekat serta aroma gurih yang menyengat. Selain itu, terdapat Terasi Bangka, yang memiliki tekstur lebih kering dan warna merah kecokelatan, serta Terasi Cirebon, yang terkenal dengan aroma yang lebih kuat dan fermentasi yang lebih lama. Terasi Belitung memiliki keunikan berupa tekstur yang lebih lembut dan warna yang lebih terang dibandingkan varian lainnya (Romauli, 2014; Umasugi dan Agmasari, 2020). Perbedaan ini menunjukkan bahwa setiap daerah memiliki teknik fermentasi yang khas, yang berkontribusi terhadap karakteristik flavor terasi.

Kualitas terasi dinilai berdasarkan standar SNI 2716:2016, dengan parameter sensori seperti kenampakan, aroma, rasa, dan tekstur. Senyawa volatil yang terkandung dalam terasi, baik dalam keadaan segar maupun setelah dimasak, berperan dalam menghasilkan aroma yang menggugah selera. Sensasi olfaktori terjadi ketika molekul aroma berinteraksi dengan reseptor bau spesifik di rongga nasal, menciptakan pengalaman sensorik yang meningkatkan nafsu makan dan diasosiasikan dengan peningkatan asupan makanan (Ramaekers et al., 2014; Murwani et al., 2015).

Flavor terasi sangat bergantung pada interaksi kompleks berbagai senyawa volatil, seperti alkohol, aldehida, keton, ester, serta senyawa sulfur dan nitrogen. Senyawa volatil ini terbentuk melalui aktivitas mikroorganisme yang memecah protein dan lipid selama fermentasi, menghasilkan aroma dan cita rasa yang khas. Faktor eksternal seperti suhu, kadar garam, lama fermentasi, serta jenis bahan baku berkontribusi terhadap komposisi dan intensitas senyawa volatil yang dihasilkan (Deng et al., 2022).

Meskipun aroma khas terasi menjadi daya tarik utama bagi sebagian konsumen, senyawa volatil tertentu, seperti asam propionat dan dimetil disulfida, dapat menghasilkan bau amis dan tajam yang terkadang menghambat penerimaan produk (Lv et al., 2020). Identifikasi dan pemahaman terhadap senyawa volatil yang berperan dalam pembentukan flavor terasi menjadi aspek penting dalam meningkatkan kualitas dan daya saing produk fermentasi ini. Analisis komprehensif mengenai karakteristik volatil tidak hanya membantu dalam optimasi proses fermentasi, tetapi juga berkontribusi terhadap penelusuran keaslian geografis terasi (Li et al., 2023).

METODE

Kajian literatur ini disusun menggunakan pendekatan *narrative literature review*. Tahapan awal dilakukan dengan menelusuri publikasi ilmiah yang relevan melalui berbagai basis data seperti Google Scholar, Sinta, ResearchGate, PubMed, Wiley, dan ScienceDirect, dengan rentang tahun terbit antara 2005 hingga 2024. Proses pencarian dilakukan dengan menggunakan kata kunci utama seperti *shrimp paste*, *volatile compounds*, *spontaneous*

fermentation, flavor development, dan biochemical pathways. Setelah itu, dilakukan penelaahan terhadap abstrak dan isi artikel secara menyeluruh. Artikel yang hanya mengandung kata kunci, tetapi tidak sesuai dengan fokus kajian akan dikeluarkan dari analisis. Pada tahap akhir, seluruh temuan dari artikel yang memenuhi kriteria dianalisis dan disintesis, kemudian diintegrasikan ke dalam pembahasan untuk memberikan pemahaman menyeluruh mengenai pembentukan senyawa volatil pada terasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Definisi Terasi

Pasta udang adalah makanan fermentasi tradisional yang banyak dikonsumsi di wilayah timur dan pesisir Asia Tenggara (Malaysia, Singapura, Thailand, Indonesia), terkenal dengan rasa dan teksturnya yang khas (Cheok et al., 2017; Wang et al., 2019). Pembuatan pasta udang menjadi teknologi pengawetan yang sederhana, dengan memanfaatkan bahan baku murah dan peralatan sederhana (Cai et al., 2017). Ciri khas terasi fermentasi tradisional dari pasta udang adalah rasa khas seafood, cita rasa fermentasi dan kandungan gizi yang baik (Che et al., 2021). Makanan fermentasi udang ini memiliki nama yang berbeda di berbagai negara, seperti *belacan* di Brunei dan Malaysia, *kapi* di Thailand, *mamruoc* di Vietnam, *saeu-jeot* di Korea, *nappi* di Bangladesh, terasi di Indonesia, dan *xiajiang* di China (Lv et al., 2020). Di Indonesia, terasi telah menjadi bumbu umum yang digunakan untuk meningkatkan cita rasa, dikenal memiliki karakteristik sensorik unik, dengan aroma yang sering diasosiasikan dengan umami dan aroma daging (Lu, Teo, & Liu, 2022). Terasi telah digunakan selama berabad-abad untuk meningkatkan cita rasa dalam berbagai jenis hidangan dan menghasilkan bau yang menggugah selera (Murwani et al., 2016). Terasi berperan dalam memberikan rasa umami, meningkatkan nilai gizi, dan memperkaya aroma yang merangsang nafsu makan (Pongsetkul et al., 2015).

Menurut Badan Standarisasi Nasional (2016), terasi adalah bahan penyedap makanan berupa padatan yang memiliki bau khas, diperoleh dari hasil fermentasi udang dengan garam, dan bisa mengandung bahan tambahan lain yang diperbolehkan atau tidak. Terasi memiliki warna coklat kemerahan hingga coklat kehitaman tergantung pada bahan baku dan mikroba alami yang terlibat selama fermentasi. Bahan utama pembuatan terasi berupa udang atau campuran udang dan ikan juga dapat digunakan tergantung pada ketersediaan atau musim (Murwani et al., 2016).

Peran Terasi dalam Masakan Indonesia

Makanan Indonesia terkenal akan kekhasan aroma dan cita rasa yang dihasilkan dari ramuan aneka bahan rempah. Terasi banyak digunakan dalam bahan bumbu pengolahan makanan tradisional Nusantara untuk menambah rasa sedap pada makanan. Penggunaan terasi sebagai salah satu bahan bumbu pada pangan lokal unggulan dari masing-masing daerah di wilayah Nusantara antara lain sate lilit, sate plecing, ayam taliwang, plecing kangkung, ayam rarang, beberuk, karedok dan aneka sambal.

Sate lilit merupakan kuliner khas Bali yang memiliki keunikan karena dagingnya tidak ditusuk, melainkan dililitkan pada batang tusuk yang lebar. Hidangan ini memiliki nilai budaya tinggi dan sering disajikan dalam upacara adat, di mana proses pembuatannya hanya dilakukan oleh kaum laki-laki. Menggunakan daging ayam, sapi, babi, atau ikan yang dicincang dan dibumbui rempah-rempah khas, sate lilit memiliki cita rasa kuat sehingga dapat dinikmati tanpa tambahan saus. Sate ini berbentuk lonjong dan berwarna kuning keemasan karena bumbu yang digunakan dalam adonan.

Sate plecing merupakan salah satu jenis sate khas Bali yang terkenal dengan rasa pedasnya karena menggunakan bumbu plecing. Tidak seperti sate lilit yang dililit, sate plecing dibuat dengan menusukkan potongan daging ke tusuk sate, menyerupai sate daging pada umumnya. Daging yang digunakan bisa berupa sapi, ayam, babi, atau kambing. Keistimewaan sate ini terletak pada bumbunya yang tidak memakai kacang, melainkan terdiri dari kemiri, terasi, tomat, bawang merah, bawang putih, cabai, gula merah, dan jeruk limau. Bumbu tersebut memberikan cita rasa pedas, gurih, dan asam yang khas.

Ayam taliwang dan ayam rarang merupakan hidangan tradisional khas dari Nusa Tenggara Barat. Ayam taliwang berasal dari daerah Taliwang, Sumbawa Barat, namun mulai dikenal luas setelah diperkenalkan oleh warga Kampung Taliwang di Kota Mataram. Hidangan ini menggunakan ayam kampung yang dibakar atau digoreng, lalu diberi bumbu rempah khas yang menghasilkan rasa pedas dan gurih. Sementara itu, ayam rarang berasal dari Lombok Timur dan memiliki kemiripan dengan ayam taliwang, tetapi menggunakan bumbu plecing. Ayam rarang dibuat dari ayam kampung muda yang dibakar, lalu dibumbui dengan campuran cabai, bawang, kemiri, dan terasi. Keduanya biasanya disajikan dengan plecing kangkung, yang kini tersedia dalam bentuk kaleng sebagai oleh-oleh tahan lama.

Plecing adalah hidangan khas Lombok berupa kangkung rebus yang disajikan dengan kelapa parut, kacang goreng, dan sambal tomat. Biasanya menggunakan kangkung air, plecing juga dapat ditambah kacang panjang dan tauge. Kini plecing tersedia dalam kemasan kaleng sebagai oleh-oleh. Selain itu, ada beberuk yaitu makanan pendamping khas Lombok yang menggunakan terong mentah sebagai bahan utama, dicampur dengan sambal tomat khas yang dibuat dari cabai, terasi, bawang merah, dan jeruk limau.

Karedok adalah makanan khas Jawa Barat yang mirip dengan beberuk dari Lombok karena disajikan mentah. Bedanya, karedok menggunakan sayuran seperti kacang panjang, kubis, taoge, selada, kemangi, mentimun, dan terong, serta disajikan dengan sambal kacang berbumbu kencur, cabai, gula merah, dan terasi. Selain sebagai bumbu masakan, terasi juga banyak digunakan dalam aneka sambal yang ada di Nusantara seperti pada sambal belacan, sambal bajak, sambal cengek, sambal gami, sambal pecak, dan sambal dadak Sunda.

Terasi di Berbagai Negara

Dalam proses pembuatan terasi, berbagai faktor menentukan kualitas dan flavor, termasuk suhu lingkungan, bahan baku, mikroorganisme asli, serta durasi fermentasi. Degradasi lemak dan protein oleh bakteri halofilik, terutama pada tahap akhir fermentasi, berkontribusi terhadap perkembangan rasa khas terasi (Deng et al., 2022). Fermentasi spontan telah lama digunakan sebagai metode tradisional pengawetan makanan, yang tidak hanya meningkatkan cita rasa dan aroma tetapi juga memperkaya profil nutrisi. Secara umum, pasta udang di berbagai negara mengalami fermentasi alami, karena sterilisasi jarang diterapkan dalam proses produksinya (Li et al., 2021).

Terasi Indonesia biasanya memiliki waktu fermentasi relatif singkat, sekitar 1 hingga 4 minggu (Suroso dan Hosono, 1994), jauh lebih cepat dibandingkan produk serupa dari negara lain. Sebagai perbandingan, pasta udang Thailand (*kapi*) dibuat dari udang kecil *Acetes vulgaris* dengan rasio udang dan garam 5:1, dengan fermentasi minimal 1 bulan (Pongsetkul et al., 2014). Secara tradisional, *kapi* diproduksi dengan mencampurkan udang dan garam dalam rasio 3–5:1, kemudian dijemur untuk mengurangi kadar air sebelum dihaluskan menjadi pasta.

Selama pematangan, *kapi* dipadatkan dan difermentasi selama 2–6 bulan untuk menghasilkan rasa dan aroma yang khas (Kleekayai et al., 2015).

Sementara itu, pasta udang yang banyak dijual di pasar Republik Rakyat Tiongkok umumnya mengalami fermentasi lebih lama, berkisar antara 6 hingga 12 bulan (Deng et al., 2022; Cai et al., 2017). Produk ini biasanya menggunakan *Acete chinensis* dan *Grasshopper sub* sebagai bahan utama, dengan tambahan garam 15–25%. Selama fermentasi, mikroorganisme halofilik berkembang biak dan menghidrolisis protein, menghasilkan peptida dan asam amino yang memberikan rasa umami. Beberapa produsen bahkan memperpanjang fermentasi hingga 3 tahun untuk meningkatkan cita rasa dan kualitas, karena waktu fermentasi yang lebih lama memungkinkan degradasi protein lebih menyeluruh dan memperkaya kandungan zat penyedap.

Selain itu, tingkat konsentrasi garam berpengaruh terhadap durasi fermentasi. Secara tradisional, terasi yang difermentasi secara alami dengan konsentrasi garam 25–30% membutuhkan waktu fermentasi selama 6 hingga 12 bulan (Cai et al., 2017). Sebaliknya, pengurangan kadar garam dalam makanan fermentasi terbukti dapat memperpendek waktu fermentasi, seperti yang terjadi pada saus ikan (Xu et al., 2008).

Proses Pembuatan Terasi

Dalam kuliner Indonesia, terasi memiliki peran penting sebagai bumbu penyedap yang memperkaya citarasa masakan. Secara umum, proses pengolahan terasi terbagi menjadi dua jenis, yaitu tanpa fermentasi dan dengan fermentasi. Pada metode tanpa fermentasi, udang rebon direndam dalam air garam, dihancurkan, dicetak, kemudian dijemur selama 2–3 hari sebelum akhirnya dipanaskan dalam oven (Handayani et al., 2020). Sementara itu, pengolahan terasi dengan fermentasi memerlukan waktu yang lebih lama, yakni antara 6 hari hingga 1 bulan, waktu produksi yang umum di Indonesia.

Secara garis besar, tahapan pembuatan terasi meliputi penyortiran dan pencucian udang rebon untuk menghilangkan kotoran, diikuti penjemuran hingga setengah kering. Udang kemudian dicampur dengan garam dalam rasio udang terhadap terasi sebesar 3–5:1 (Kleekayai et al., 2015), dihancurkan hingga homogen, lalu dicetak. Terasi basah yang telah dicetak dijemur selama 2–3 hari, kemudian dioven pada suhu 100°C selama 50 menit guna mengurangi aroma menyengat dan rasa asin yang berlebihan (Maflahah, 2013).

Umumnya, proses produksi dimulai dengan pencampuran udang giling dan garam, kemudian dilanjutkan fermentasi dan pengeringan. Menariknya, pada beberapa jenis terasi, proses fermentasi dan pengeringan dilakukan berulang untuk mencapai kekentalan dan cita rasa yang diinginkan (Stefanny & Pamungkaningtyas, 2023). Karakteristik khas terasi fermentasi berasal dari cita rasa seafood yang kuat, terutama dari udang sebagai bahan utama. Dalam produksinya, terasi kerap ditambah bahan pengisi seperti tapioka, beras, atau tepung terigu, dan menghasilkan produk akhir berwarna merah kecokelatan, abu-abu, atau cokelat tua. Terasi difermentasi secara spontan dan setiap daerah di Indonesia memiliki metode produksi yang unik, sehingga menciptakan kekhasan rasa dan aroma pada masing-masing jenis terasi lokal (Prihanto et al., 2021).



Gambar. 1 Proses pembuatan terasi (Ma'ruf et al., 2024)

Flavor Terasi

Flavor yang diinginkan berperan krusial dalam menentukan tingkat permintaan dan konsumsi produk perikanan. Profil flavor terbentuk melalui interaksi kompleks berbagai senyawa volatil, seperti aldehida, alkohol, keton, dan ester (Hu et al., 2021). Seiring meningkatnya permintaan terhadap makanan laut yang lezat, aspek flavor menjadi faktor esensial untuk memastikan kualitas dan keberlanjutan produksi. Aroma dan rasa, sebagai komponen utama flavor, turut mempengaruhi penerimaan produk olahan daging oleh konsumen (Maughan et al., 2012). Berbagai faktor dapat mempengaruhi aroma pasta udang selama fermentasi, termasuk kondisi lingkungan seperti suhu, kelembaban, dan mikroorganisme, serta proses pengolahan seperti penambahan garam, frekuensi pengadukan, dan durasi fermentasi (Lu et al., 2022).

Selain aroma, aspek rasa daging juga dipengaruhi oleh pengalaman sensorik yang melibatkan senyawa volatil yang terdeteksi melalui mulut, lidah, dan rongga hidung. Selama fermentasi, berbagai senyawa flavor terbentuk, memberikan cita rasa khas yang menjadi karakteristik terasi. Senyawa Flavor mengandung komponen volatil dan non-volatil.

- A. **Senyawa volatil** merupakan senyawa yang mudah menguap dan berkontribusi terhadap aroma khas terasi. Beberapa golongan senyawa utama yang ditemukan dalam terasi antara lain sulfur, nitrogen, hidrokarbon, alkohol, aldehida, keton, ester, asam organik (Murwani et al., 2016).
- B. **Senyawa non-volatil** berperan dalam menciptakan rasa gurih (umami) dan meningkatkan cita rasa terasi. Golongan senyawa utama yang berperan meliputi asam amino bebas, nukleotida, peptide dan protein terhidrolisis (Mouritsen et al., 2017; Ali et al., 2020).

Senyawa volatil pada terasi akan berikatan dengan reseptor secara simultan yang 5 dapat meningkatkan selera dan diasosiasikan dengan peningkatan nafsu makan yang berkontribusi meningkatkan asupan makanan. Flavor merupakan parameter penting dalam penilaian kualitas terasi. Flavor terasi dipengaruhi oleh proses metabolisme mikroba, seperti proteolisis dan lipolisis, yang menghasilkan sifat sensoris selama fermentasi alami (Alkema et al., 2016; Fan et al., 2017). Ada berbagai faktor yang dapat mempengaruhi aroma selama proses fermentasi, seperti perbedaan kondisi lingkungan (contohnya suhu, kelembaban, dan jenis mikroorganisme), proses produksi (termasuk penambahan garam, frekuensi pengadukan, bahan baku, dan durasi fermentasi) (Hajeb dan Jinap, 2012; Lu, Teo, & Liu, 2022). Deng et al. (2022) menyebutkan faktor yang berperan dalam pengolahan terasi, seperti suhu lingkungan, proporsi garam, dan durasi fermentasi, memiliki dampak signifikan terhadap kualitas dan rasa terasi.

Kaitan Mikroorganisme dan Flavor Terasi

Fermentasi alami pada terasi mendukung pertumbuhan mikroorganisme, baik yang berasal dari udang itu sendiri maupun dari garam yang digunakan dalam proses fermentasi (Jung et al., 2014). Mikroorganisme ini memainkan peran kunci dalam pembentukan rasa dan menentukan kualitas akhir pasta udang secara keseluruhan (Lee et al., 2014). Bahan baku dan mikroorganisme asli merupakan faktor esensial yang mempengaruhi kualitas terasi. Fermentasi pada terasi umumnya bersifat spontan, dimana fermentasi spontan adalah salah satu proses tertua yang digunakan untuk mengawetkan produk makanan, meningkatkan rasa dan aroma, serta meningkatkan profil nutrisi suatu produk hasil fermentasi (Gao et al., 2023). Aroma khas terasi sangat bergantung pada degradasi dan transformasi bahan bakunya oleh mikroorganisme akibat fermentasi. Bergantung pada proporsi antara bahan baku udang dan garam yang digunakan dalam pembuatan terasi, keberadaan bakteri halofilik dan pembusuk dapat menentukan perbedaan besar dalam senyawa aroma produk akhir (Yu et al., 2022).

Terasi yang telah difermentasi memiliki sistem mikroekologi yang kompleks, menciptakan lingkungan bagi interaksi enzim dan aktivitas metabolik mikroorganisme. Komunitas mikroba dan enzim ini menghasilkan nutrisi, seperti peptida dan asam amino, serta rasa khas selama proses fermentasi (Shen et al., 2021). Selain itu, produksi senyawa volatil organik dan prekursor bau juga dipengaruhi oleh metabolisme mikroba, seperti pemecahan komponen makronutrien utama (protein, karbohidrat, dan lipid) serta konversi metabolit selama fermentasi (De Lima Alves, 2020).

Berbagai mikroorganisme terlibat dalam proses fermentasi dan berkontribusi terhadap perubahan biokimia yang kompleks, sehingga menghasilkan variasi sifat produk. Aktivitas metabolisme mikroba berkontribusi pada pembentukan senyawa flavor dan karakteristik kimia produk (seperti asam organik dan asam amino. Struktur mikroba dan keanekaragaman produk terasi dapat dipengaruhi oleh metode produksi yang digunakan, seperti lama fermentasi, sumber bahan baku, parameter proses fermentasi, serta keterampilan dan keahlian teknis yang dimiliki produsen (Gao et al., 2021).

Duan et al. (2016) melaporkan bahwa *Tetragenococcus halophilus*, *Carnobacterium*, *Pseudomonas*, *Escherichia*, *Staphylococcus*, dan *Bacillus* secara aktif terlibat dalam metabolisme asam amino, produksi peptidase, serta degradasi limonene dan pinene, sementara *Clostridium* berperan dalam pembentukan flavor pada fermentasi pasta udang. Cheet al. (2021) mengamati perubahan komposisi bakteri dan senyawa volatil selama fermentasi terasi pada

berbagai waktu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa mikroba seperti *Salimicrobium*, *Lentibacillus*, *Lactobacillus*, dan *Tetragenococcus* memainkan peran penting dalam pembentukan rasa. Alkohol dan senyawa yang mengandung nitrogen berkorelasi positif dengan mikroba tersebut, sementara aldehida, keton, trimetilamina, dan oksazol memiliki korelasi negatif dengan *Lactobacillus*, *Salimicrobium*, dan *Tetragenococcus*.

Biogenesis Senyawa Flavor pada Terasi

Proses pembentukan senyawa flavor pada terasi melibatkan serangkaian reaksi biokimia yang dikatalisis oleh enzim dan mikroorganisme selama fermentasi. Biogenesis atau proses pembentukan senyawa flavor pada terasi melibatkan aktivitas enzimatik dan mikroba yang menguraikan protein, lemak, dan karbohidrat menjadi senyawa-senyawa volatil, asam amino, dan nukleotida yang berkontribusi terhadap aroma serta cita rasa khas terasi.

Secara umum, proses pembentukan senyawa flavor melalui beberapa jalur metabolisme ditunjukkan pada Gambar 2. Bagian berwarna merah muda menunjukkan senyawa volatil yang terbentuk berasal dari empat jalur metabolisme asam amino (degradasi asam amino aromatik, reaksi deaminasi, reaksi dekarboksilasi asam amino, dan reaksi Maillard). Bagian berwarna hijau menunjukkan senyawa volatil yang terbentuk berasal dari metabolisme asam lemak. Bagian berwarna oranye dan biru menunjukkan senyawa volatil yang terbentuk berasal dari reaksi esterifikasi dan fermentasi karbohidrat.

Proses biogenesis senyawa flavor pada terasi diterangkan sebagai berikut :

- **Hidrolisis Protein dan Pembentukan Asam Amino**

Fermentasi pada terasi melibatkan enzim protease yang dihasilkan oleh mikroorganisme seperti *Halophilic bacteria* dan *Lactic Acid Bacteria* (Helmi et al., 2022). Enzim ini memecah protein dari udang atau ikan menjadi peptida dan asam amino bebas (Prihanto et al., 2021). Asam amino seperti glutamat berperan dalam menciptakan cita rasa umami yang khas pada terasi (Anggo et al., 2015). Intensitas rasa umami dalam makanan biasanya dihasilkan melalui interaksi sinergis antara glutamat bebas dan 50-ribonukleotida (Jinap et al., 2010).

- **Pembentukan Senyawa Volatil**

Selama fermentasi, terjadi degradasi lipid melalui aktivitas enzim lipase sehingga menghasilkan asam lemak bebas yang dapat mengalami oksidasi dan membentuk senyawa volatil seperti alkohol, aldehida, keton, asam organik dan ester. Senyawa ini berkontribusi terhadap aroma khas terasi. Beberapa senyawa volatil utama dalam terasi meliputi trimetilamina, asam butirrat, dan metil keton, yang memberikan aroma khas fermentasi laut (Murwani et al., 2016; Ali et al., 2020).

- **Produksi Senyawa Sulfur**

Senyawa sulfur, seperti dimetil disulfid dan dimetil trisulfida, terbentuk dari hasil degradasi asam amino yang mengandung sulfur, seperti metionin dan sistein, oleh mikrobia atau degradasi akibat pemanasan. Senyawa ini memberikan aroma tajam dan khas pada terasi (Varlet dan Fernandez, 2010).

- **Pembentukan Nukleotida dan Peningkatan Rasa Umami**

Selain asam amino, nukleotida seperti inosin monofosfat (IMP) dan guanosin monofosfat (GMP) juga terbentuk selama fermentasi. Nukleotida ini bekerja sama

serta senyawa sulfur dan nitrogen berkontribusi terhadap aroma dan cita rasa terasi yang khas. Pembentukan senyawa-senyawa ini sangat dipengaruhi oleh faktor eksternal seperti jenis bahan baku, kadar garam, suhu, kelembaban, lama fermentasi, serta jenis mikroorganisme yang terlibat. Biogenesis senyawa flavor dapat diklasifikasikan ke dalam empat jalur utama metabolisme, yaitu: degradasi asam amino aromatik, reaksi deaminasi, dekarboksilasi asam amino, dan reaksi Maillard. Selain itu, senyawa volatil juga terbentuk dari metabolisme asam lemak, esterifikasi, dan fermentasi karbohidrat. Pemahaman terhadap jalur-jalur metabolisme ini menjadi kunci dalam mengontrol dan mengoptimalkan pembentukan flavor khas pada produk terasi.

DAFTAR PUSTAKA

- 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. *AACL Bioflux*, 13(2), 938-950.
- Alkema, W., Boekhorst, J., Wels, M., & van Hijum, S.A. (2016). Microbial bioinformatics for food safety and production. *Brief Bioinform*, 17, 283-292.
- Anggo, A.D., Ma'aruf, W.F., Swastawati, F., Rianingsih, L. (2015). Changes of amino and fatty acids in anchovy (*Stolephorus* Sp) fermented fish paste with different fermentation periods. *Procedia Environmental Sciences*, 23, 58-63.
- Badan Standar Nasional.(2016). Syarat Mutu Terasi. SNI 2716.1:2016. Badan Standar Nasional. Jakarta.
- Cai, L., Wang, Q., Dong, Z., Liu, S., Zhang, C. and 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. <https://doi.org/10.1080/10498850.2016.1276111>.
- Che, H., Yu, J., Sun, J., Lu, K., Xie, W. (2021). Bacterial composition changes and volatile compounds during the fermentation of shrimp paste: dynamic changes of microbial communities and flavor composition. *Food Bioscience*, 43, 101169. ISSN 2212-4292,. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2021.101169>.
- Cheok, C.Y., Sobhi, B., Adzahan, N.M., Bakar, J., Rahman, R.A., Ab Karim, M.S., & Ghazali, Z. (2017). Physicochemical properties and volatile profile of chili shrimp paste as affected by irradiation and heat. *Food Chemistry*, 216, 10-18.
- Deng, Y., Wang, R., Zhang, Y., Li, X., Gooneratne, R., Li, J. (2022). Comparative analysis of flavor, taste, and volatile organic compounds in opossum shrimp paste during long-term natural fermentation using E-Nose, E-Tongue, and HS-SPME-GC-MS. *Foods*. 11(13):1938. doi: 10.3390/foods11131938. PMID: 35804754; PMCID: PMC9266136.
- Fan, Y., Yin, L., Xue, Y., Li, Z., Hou, H., Xue, C. (2017). Analyzing the flavor compounds in Chinese traditional fermented shrimp pastes by HS-SPME-GC/MS and electronic nose. *Journal of Ocean University of China*, 16, 311-318.
- Gao R, Liu H, Li Y, et al. (2023) Correlation between dominant bacterial community and non-volatile organic compounds during the fermentation of shrimp sauces. *Food Science and Human Wellness*, 12(1), 233-241. <https://doi.org/10.1016/j.fshw.2022.07.002>.
- Hajeb, P.; Jinap, S. (2012). Fermented shrimp products as source of umami in Southeast Asia. *J Nutr. Food Sci*, 10 (6), 1-14.

- Handayani, B. R., Dipokusumo, B., Werdiningsih, W., Rahmadhina, S. F. (2020). Partial properties of ready-to-use shrimp paste affected by heating time. *Current Research on Biosciences and Biotechnology*, 1(2), 57–61.
- Helmi, H., Astuti, D.I., Putri, S.P., Sato, A. Lavina, 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.
- Hu, M., Wang, S., Liu, Q., Cao, R., Xue, Y. (2021). Flavor profile of dried shrimp at different processing stages. *LWT - Food Science and Technology*, 146, 1-7.
- Hue, M.Y., Zhao, L., Sun., H.H., Mao, X.Z., Cao, R. (2024). Recent advances on shrimp paste: key flavor components and biochemical formation pathways, biogenic amine formation, microbial functions, and innovative process strategies. *Trends in Food Science & Technology*, 152, 1-17.
- Jinap, S., Ilya-Nur, A.R, Tang, S.C, Hajeb, P., Shahrim, K., Khairunnisak, M. (2010). Sensory attributes of dishes containing shrimp paste with different concentrations of glutamate and 50-nucleotides. *Appetite*, 55, 238–244.
- Jung, J. Y., Lee, S. H., Lee, H. J., & Jeon, C. O. (2013). Microbial succession and metabolite changes during fermentation of saeu-jeot: traditional Korean salted seafood. *Food Microbiology*, 34(2), 360-368. doi: 10.1016/j.fm.2013.01.009
- Lee, S. H., Jung, J. Y., & Jeon, C. O. (2014). Effects of temperature on microbial succession and metabolite change during saeu-jeot fermentation. *Food Microbiology*, 38, 16-25. doi: 10.1016/j.fm.2013.08.004
- Li, W., Lu, H., He, Z. et al., (2021). Quality characteristics and bacterial community of a Chinese salt-fermented shrimp paste. *LWT-Food Sci. Technol.* 136 : 110358. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110358>.
- Li, Y., Yuan, L., Liu, H., Liu, H., Zhou, Y., Li, M., et al. (2023). Analysis of the changes of volatile flavor compounds in a traditional chinese shrimp paste during fermentation based on electronic nose, SPME-GC-MS and HS-GC-IMS. *Food Science and Human Wellness*, 12(1): 173–182. <https://doi.org/10.1016/j.fshw.2022.07.035>.
- Lu, Y., Teo, J. N., Liu, S. Q. (2022). Fermented shellfish condiments: A comprehensive review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 169(2).387–396. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.13024>.
- Lv, X., Li, Y., Cui, T., Sun, M., Bai, F., Li, X., et al. (2020). Bacterial community succession and volatile compound changes during fermentation of shrimp paste from Chinese Jinzhou region. *LWT - Food Science and Technology*, 122, Article 108998. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108998>.
- Maflahah, I. (2013). Kajian potensi usaha pembuatan terasi udang studi kasus Desa Bantelan, Kecamatan Batu Putih, Kabupaten Sumenep. *Jurnal Agrotek*, 7(2), 99–102.
- Ma'ruf, M., Sukarti, K., Purnamasari, E., Sulistianto, E. (2022). Penerapan produksi bersih pada industri pengolahan terasi skala rumah tangga di Dusun Selangan Laut Pesisir Bontang. *Ilmu Perikan Trop Nusantara*, 1, 84–93.
- Maughan, C., Tansawat, R., Cornforth, D., Ward, R., Martini, S. (2012). Development of a beef flavor lexicon and its application to compare the flavor profile and consumer acceptance of rib steaks from grass- or grain-fed cattle. *Meat Sci*, 90(1), 116–121. DOI: 10.1016/j.meatsci.2011.06.006.

- Mouritsen, O. G., Duelund, L., Calleja, G., Frøst, M.B. (2017). Flavour of fermented fish, insect, game, and pea sauces: garum revisited. *Int J Gastron Food Sci*, 7 (9), 16–28.
- Murwani, R., Putra, H.S.A., Widiyanto, H., Trianto, A., Ambariyanto. (2016). Shrimp paste “Terasi” volatile compound from Northern Coast of Central Java. *Jurnal Teknologi (Sciences & Engineering)*, 78(4-2), 187-192.
- Pongsetkul, J., Benjakul, S., Sampavapol, P., Osako, K., Faithong, N. (2014). Chemical compositions, sensory and antioxidative properties of salted shrimp paste (Ka-pi) in Thailand. *International Food Research Journal*, 22(4), 1454–1465.
- Prihanto, A.A., Nurdiani, R., Jatmiko, Y.D., Firdaus, M., Kusuma, T.S. (2021). Physicochemical and sensory properties of terasi (an Indonesian fermented shrimp paste) produced using *Lactobacillus plantarum* and *Bacillus amyloliquefaciens*. *Microbiol Res*, 242, 126619.
- Ramaekers, G., Boesveldt, S., Gort, G., Lakemond, C.M.M., Van Boekel, M.A.J.S., Luning, P.A. (2014) Sensory-specific appetite is affected by actively smelled food odors and remains stable over time in normal-weight women. *The Journal of Nutrition*, 144, 1314-1319. <https://doi.org/10.3945/jn.114.192567>.
- Romauli, N. (2014). 6 Jenis Terasi di Indonesia, Bumbu untuk Aneka Masakan. Online at <https://www.idntimes.com/food/dining-guide/jenis-terasi-di-indonesia-00-r95nh-qwgrkt>.
- Shen, Y., Wu, Y., Wang, Y., Li, L., Li, C., Zhao, Y., et al., (2021). Contribution of autochthonous microbiota succession to *flavor* formation during Chinese fermented mandarin fish (*Siniperca chuatsi*). *Food Chemistry*, 348. Article 129107. 10.1016/j.foodchem.2021.129107.
- Umasugi, R.A., Agmasari, S. (2020). Mengenal Jenis Terasi di Indonesia dan Internasional. Online at <https://www.kompas.com/food/read/2020/12/04/100700675/mengenal-jenis-terasi-di-indonesia-dan-internasional>.
- Varlet V., Fernandez X. (2010). Sulfur-containing volatile compounds in seafood: Occurrence, odorant properties and mechanisms of formation. *Food Science and Technology International*, 16(6), 463-503.
- Wang, D.H., Yang, Y.P., Wang, Z., Lawrence, P., Worobo, R.W., & Brenna, J.T. (2019). High levels of branched chain fatty acids in natto and other Asian fermented foods. *Food Chemistry*, 286, 428-433.
- 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 Chem*, 107, 1597–1604
- Yu, J., Lu, K., Zi, J., Yang, X., Xie, W. (2022). Characterization of aroma profiles and aroma-active compounds in high-salt and low-salt shrimp paste by molecular sensory science. *Food Bioscience*, 45, Article 101470. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2021.101470>
- Zhao, Q., Shen, Q., Guo, R., Wu, J., Dai, Z. (2016). Characterization of flavor properties from fish (*Collichthys niveatus*) through enzymatic hydrolysis and the Maillard reaction. *J Aquat Food Prod Technol*, 25, 482–95.