

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Nanas

Nanas merupakan salah satu tanaman buah yang banyak disukai masyarakat karena memiliki rasanya enak, segar, dan sedikit asam (Riska et al., 2023). Buah nanas adalah salah satu buah tropis yang memiliki banyak manfaat dan berasal dari Brasil, Amerika Selatan. Termasuk dalam keluarga *Bromeliaceae*, nanas yang dikenal dengan nama latin *Ananas comosus* ini dapat tumbuh dan menghasilkan buah sepanjang tahun. Varietas nanas yang paling umum ditanam dengan kualitas buah yang tinggi adalah varietas *Cayenne* atau nanas madu.

Nanas adalah buah yang tergolong rendah kalori namun memiliki nutrisi yang berlimpah dan mengandung antioksidan yang menyehatkan. Mudah ditanam dan dapat tumbuh dengan baik di mana saja sangat baik terutama di tanah berpasir, baik di dataran tinggi maupun dataran rendah (Triyanti, 2023) Kandungan gizi pada daging buah dan kulit disajikan pada tabel berikut :

Tabel 2.1 Kandungan Gizi Daging Buah Nanas per 100 gram

Kandungan Zat	Nilai Rata-Rata Daging Buah Nanas	Satuan
Kalori	52,00	Kal
Protein	0,40	g
Lemak	0,20	g
Karbohidrat	13,70	g
Kalsium	16,00	mg
Fosfor	11,00	mg
Besi	0,30	mg
Vitamin A	130,00	SI
Vitamin B	0,08	mg
Vitamin C	24,00	mg
Air	85,30	g

(Sumber : Riska et al., 2023)

Tabel 2.2 Kandungan Gizi Kulit Buah Nanas

Kandungan Zat	Nilai Rata-Rata Kulit Buah Nanas	Satuan
Air	81,72	%
Serat Kasar	20,87	%
Karbohidrat	17,53	%
Protein	4,41	%
Gula Reduksi	13,65	%
Vitamin C	24,40	mg/100 g

(Sumber : Aurelia & Siti., 2021)

Menurut (Riska et al., 2023) secara umum taksonomi buah nanas honi (*Ananas comosus* (L.) Merr) adalah berikut ini :



Gambar 2.1 Nanas madu (*Ananas Comosus* (L.) Merr)
(Sumber : Dokumentasi Peneliti, 2025)

Kingdom	: <i>Plantae</i>
Divisi	: <i>Spermatophyta</i>
Class	: <i>Angiospermae</i>
Family	: <i>Bromoliaceae</i>
Genus	: <i>Ananas</i>
Species	: <i>Ananas comosus</i> L. Merr

2.2 Fermentasi

Fermentasi merupakan suatu proses perubahan kimiawi, dari senyawa kompleks menjadi lebih sederhana dengan bantuan enzim yang dihasilkan oleh mikroorganisme. Aktivitas enzim yang berperan dalam proses fermentasi diantaranya enzim amilase, protease dan lipase. Fermentasi memiliki arti yang berbeda bagi ahli biokimia dan mikrobiologi industri. Arti fermentasi pada bidang biokimia dihubungkan dengan pembangkitan energi oleh katabolisme senyawa organik. Pada bidang mikrobiologi industri, fermentasi mempunyai arti yang menggambarkan setiap proses untuk menghasilkan produk dari pembiakan mikroorganisme. Dari uraian tersebut dapat diartikan bahwa fermentasi mempunyai pengertian suatu proses terjadinya perubahan kimia pada suatu substrat organik melalui aktivitas enzim yang dihasilkan oleh mikroorganisme. (Setiawati et al., 2024).

Fermentasi merupakan salah satu reaksi penguraian substrat yang dibantu oleh mikroba tertentu. Fermentasi juga biasa disebut dengan nama peragian. Pengertian lain tentang fermentasi ialah suatu reaksi biokimia untuk memecah molekul gula menjadi bentuk yang lebih sederhana dan menghasilkan energi serta substansi. Fermentasi tidak memerlukan oksigen dan bersifat anaerob (Setiawati et al., 2024).

2.2.1 Proses Fermentasi

Berdasarkan sumber mikroorganisme, proses fermentasi dibagi 2 (dua) yaitu :

1. Fermentasi spontan

Proses fermentasi yang terjadi dimana bahan pangan diproses tanpa penambahan mikroorganisme berupa starter atau ragi. Mikroorganisme berkembang baik secara spontan karena kondisi lingkungannya disesuaikan untuk mendorong pertumbuhannya. Dalam proses tersebut pertumbuhan dan aktivitas bakteri asam laktat terstimulasi dengan adanya garam, contohnya pada pembuatan sayur asin.

2. Fermentasi tidak spontan

Proses fermentasi yang terjadi dimana bahan pangan yang diproses dilakukan penambahan mikroorganisme berupa starter atau ragi. Mikroorganisme tersebut akan tumbuh dan berkembangbiak secara aktif merubah bahan yang difermentasi menjadi produk yang diinginkan contohnya pembuatan *nata de coco* dan oncom (Setiawati et al., 2024).

2.2.2 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Fermentasi

1. Bahan Baku

Aktivitas mikroorganisme dalam menghasilkan produk fermentasi, dipengaruhi oleh kandungan glukosa dalam substrat atau media yang digunakan. Penambahan gula ke dalam larutan dimaksudkan untuk memenuhi kebutuhan nutrisi dan karbon bagi mikroorganisme tersebut (Setiawati et al., 2024).

2. Keasaman (pH)

Makanan yang bersifat asam umumnya memiliki masa simpan yang lebih lama. Namun jika jumlah oksigen cukup dan kapang dapat tumbuh serta fermentasi berlangsung secara terus-menerus, maka daya awet dari

asam tersebut akan hilang. Tingkat keasaman sangat berpengaruh dalam perkembangan bakteri. Kondisi keasaman yang baik untuk bakteri adalah 4,5-5,5.

3. Mikroba

Fermentasi biasanya dilakukan dengan kultur murni yang dihasilkan di laboratorium. Kultur ini dapat disimpan dalam keadaan kering atau dibekukan.

4. Suhu

Suhu fermentasi sangat menentukan macam mikroba yang dominan selama fermentasi. Tiap-tiap mikroorganisme memiliki suhu pertumbuhan yang maksimal, suhu pertumbuhan minimal, dan suhu optimal yaitu suhu yang memberikan terbaik dan memperbanyak diri tercepat.

5. Oksigen

Udara atau oksigen selama fermentasi harus diatur sebaik mungkin untuk memperbanyak atau menghambat pertumbuhan mikroba tertentu. Setiap mikroba membutuhkan oksigen yang berbeda jumlahnya untuk pertumbuhan atau membentuk sel-sel baru dan untuk fermentasi.

6. Waktu

Laju memperbanyak bakteri bervariasi menurut spesies dan kondisi pertumbuhannya. Pada kondisi optimal, bakteri akan membelah sekali setiap 20 menit. Untuk beberapa bakteri memilih waktu generasi yaitu selang waktu antara pembelahan, dapat dicapai selama 20 menit. Jika waktu generasinya 20 menit pada kondisi yang cocok sebuah sel dapat menghasilkan beberapa juta sel selama 7 jam (Gustina et al., 2022).

2.3 Tapache

Tapache merupakan minuman tradisional Mexico yang merupakan olahan fermentasi sari kulit nanas yang mengandung bakteri probiotik sehingga bisa berfungsi sebagai minum yang dapat meningkatkan sistem imunitas tubuh (Jumadi., 2023). Dari segi nutrisi, bakteri probiotik dapat meningkatkan jumlah produksi riboflavin, niasin, thiamin, vitamin B12, asam folat; meningkatkan jumlah ketersediaan kalsium, besi, mangan, tembaga, dan fosfor bagi tubuh; serta

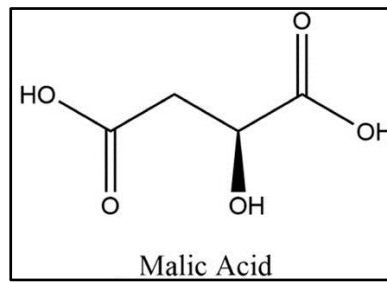
meningkatkan daya cerna dari protein serta lemak. Sedangkan dari segi terapeutik, bakteri probiotik tersebut dapat mencegah terjadinya beberapa kondisi seperti *lactose intolerance* maupun alergi. Dengan memperkuat keseimbangan bakteri dalam tubuh termasuk keseimbangan mikroflora usus, minuman fermentasi dapat menjadi suplemen yang berharga dalam menjaga kesehatan secara holistic (Zahidatunnisa et al., 2024).



Gambar 2.2 Tepache
(Sumber : Dokumentasi Peneliti, 2025)

2.3 Asam Malat

Asam malat (*malic acid*) merupakan senyawa organik yang tergolong dalam asam dikarboksilat dengan rumus kimia $\text{HO}-\text{C}(\text{H})-\text{CO}_2\text{H}$. Asam ini berperan sebagai agen pengasam dan pembentukan adenosin trifosfat (ATP). Jenis asam ini memiliki rantai senyawa dasar yang mencakup atom karbon terikat dengan ikatan ganda atom oksigen serta senyawa hidroksida. Asam malat digunakan sebagai penambah *flavor* dan pengontrol pH. Sejumlah besar asam malat dapat digunakan dalam berbagai makanan kecuali makanan bayi dan penggunaannya harus dalam taraf Good Manufacturing Practices (GMP). Penggunaan asam malat dalam konsentrasi sedikit derajat keasamannya setara dengan asam sitrat dalam konsentrasi tinggi. Hal ini karena asam malat memiliki derajat ionisasi dalam air lebih tinggi dibanding asam sitrat.



Gambar 2.3 : Struktur Kimia Asam Malat
(Sumber : Burnet et al., 2022)

Umumnya kandungan asam malat banyak terkandung pada buah apel, sehingga asam malat tergolong bahan baku yang dapat diperbaharui dan tidak perlu dikhawatirkan keberadaannya untuk memproduksi bahan dasar dalam pengolahan suatu surfaktan (Rifqy et al., 2019). Asam malat ditemukan dalam beberapa buah diantaranya adalah apel, nanas, aprikot, gooseberry, raspberry, ceri, dan lemon (Estiasih et al., 2022). Buah nanas memiliki kandungan asam malat sekitar 13% dari keseluruhan zat asam pada buah nanas (Aulia et al., 2024).

Konsumsi asam malat telah di atur oleh Konsumsi Badan JECFA (Gabungan FAO/WHO) mengevaluasi asam DL-malat dan turunannya (misalnya sodium atau potassium malate) secara konsisten menyatakan “ADI *not specified*”, artinya asupan harian yang dapat diterima tidak ditentukan. Penggunaannya dalam jumlah yang wajar tidak menimbulkan kekhawatiran dengan catatan tidak berlaku untuk bayi yang sangat muda. Sedangkan standar penggunaan asam malat (D-malat) sebagai BTP (Bahan Tambahan Pangan) menurut BPOM yakni maksimum 10.000 mg/kg dengan kategori minuman berbasis air berperisa tidak berkarbonat.

Asam malat yang terdapat secara alami pada buah-buah (L- malat) tidak memiliki standar baku dalam konsumsinya, karna asam malat dapat diterima oleh tubuh serta merupakan komponen penting dalam siklus krebs (TCA) karena berperan sebagai intermediat utama dalam dua tahap akhir siklus. Asam malat terbentuk dari fumarat melalui aksi enzim fumarase, lalu diubah menjadi oksaloasetat oleh enzim malate dehydrogenase, proses yang juga menghasilkan NADH. NADH ini kemudian digunakan dalam rantai transpor elektron untuk menghasilkan ATP. Dengan demikian, L- malat berperan penting dalam menjaga

kelangsungan siklus krebs dan mendukung produksi energi seluler (Kövilein et al., 2020).

2.3.1 Asam Malat Bagi Kesehatan

1. Mengurangi Kerusakan Tulang

Asam malat mengurangi kerusakan tulang dengan menghambat polaritas makrofag dari tipe M1 yang pro-inflamasi menjadi tipe M2 yang mendukung pemulihan jaringan. Dengan menghambat jalur *Nuclear Factor kappa-light-chain-enhancer of activated B cells* (NF-κB), asam malat menurunkan produksi sitokin pro-inflamasi yang dapat merusak tulang, sehingga membantu mempertahankan integritas tulang.

2. Mengurangi Peradangan Usus

Asam malat berperan dalam mengubah polaritas makrofag dari tipe M1 yang pro-inflamasi menjadi tipe M2 yang anti-inflamasi dengan menghambat jalur NF-κB, yang penting dalam regulasi inflamasi dan aktivasi makrofag. Penelitian menunjukkan bahwa penghambatan polarasi M1 oleh asam malat mengurangi produksi sitokin pro-inflamasi, sehingga mengurangi peradangan usus. Dalam model hewan seperti tikus SKG, pemberian asam malat terbukti mengurangi infiltrasi sel inflamasi dan kerusakan pada struktur epitelial usus, menunjukkan kemampuannya dalam memperbaiki kerusakan akibat peradangan Zhou Ji et al. (2025).

3. Pengobatan Xerostomia

Asam malat dapat merangsang kelenjar ludah ketika disemprotkan ke rongga mulut, meningkatkan produksi air liur yang membantu mengatasi kekeringan mulut. Dengan bekerja di lingkungan pH rendah, asam malat menyebabkan perubahan pH yang mendorong sekresi saliva, memberikan perlindungan pada jaringan mulut dan menjaga kebersihan rongga mulut. Peningkatan aliran air liur ini juga meredakan gejala xerostomia, seperti kesulitan menelan, berbicara, dan mengunyah, serta mencegah masalah kesehatan mulut lainnya seperti infeksi dan kerusakan gigi (Bardellini et al., 2019).

5. Sebagai anti-inflamasi

Asam malat juga memiliki sifat anti-inflamasi yang dapat membantu meredakan peradangan pada sendi. Kombinasi sifat anti-inflamasi dan analgetik dari senyawa ini membuatnya efektif dalam mengatasi nyeri akibat asam urat (Koriem & Tharwat, 2023).

2.4 Faktor yang Mempengaruhi Kadar Asam Malat Selama Fermentasi

1. Jenis Mikroorganisme

Sebagian besar ragi dapat memanfaatkan konsentrasi asam malat yang signifikan. Galur *Saccharomyces cerevisiae* biasanya mendegradasi 3–45% asam malat selama fermentasi. Bakteri asam laktat seperti *Oenococcus oeni* adalah organisme utama yang terlibat dalam fermentasi malolaktat, mengubah asam L-malat menjadi asam L-laktat dan CO₂ (Ribeiro et al., 2019).

2. Kondisi Lingkungan (pH dan Suhu)

Nilai pH sekitar 3,4 hingga 3,8 diketahui optimal untuk mendukung degradasi asam malat selama fermentasi, sedangkan suhu fermentasi yang ideal berada pada kisaran 18–22 °C, dengan suhu 20 °C sebagai titik paling efektif untuk mengoptimalkan aktivitas fermentasi malolaktat oleh bakteri asam laktat. Sebaliknya, suhu yang terlalu tinggi, terutama di atas 25–30 °C, dapat menurunkan efisiensi degradasi asam malat karena menghambat pertumbuhan dan aktivitas enzimatis mikroorganisme yang berperan dalam proses tersebut (Yang et al., 2022; Guzzon et al., 2020).

3. Komposisi dan Kematangan Buah

Kandungan asam malat awal dipengaruhi oleh jenis dan tingkat kematangan buah. Pada buah yang matang, kadar asam malat cenderung menurun karena digunakan dalam proses metabolisme dan respirasi (Kövilein et al., 2020).