BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pisang Kepok

Tanaman pisang merupakan tanaman terna berukuran besar dengan daun lebar yang termasuk dalam famili *Musaceae*. Tanaman ini dapat tumbuh dengan baik di wilayah beriklim tropis maupun subtropis (Hibar et al., 2022). Secara umum, tanaman pisang dapat dibudidayakan secara luas di seluruh wilayah Indonesia, khususnya pada lahan dengan tingkat kesuburan tanah yang tinggi. Tanaman pisang berkembang optimal pada tanah yang subur dan gembur, dengan kandungan bahan organik sekitar 3% dan kelembapan tanah berkisar antara 60-70%. Tanah dengan tekstur pasir, sedikit halus, hingga tekstur sedang merupakan kondisi yang baik untuk pertumbuhan tanaman pisang (Suwardi dan Srilestari, 2018).

Pisang kepok (*Musa paradisiaca* L.) adalah salah satu varietas pisang yang banyak ditemukan di Indonesia dan beberapa negara di Asia Tenggara. Pisang ini memiliki ciri khas berupa kulit yang tebal dan ukuran buah yang lebih besar dibandingkan jenis pisang lainnya. Karakteristik tersebut menjadikan pisang kepok populer untuk berbagai jenis olahan makanan di Indonesia (Safitri et al., 2023). Pisang kepok tumbuh optimal pada suhu sekitar 27°C, dengan toleransi suhu maksimum hingga 38°C. Buah pisang kepok memiliki bentuk agak pipih dengan panjang 10–12 cm dan berat sekitar 80–120 gram. Daging buahnya berwarna putih atau kuning, tergantung varietasnya (Suswati, 2022).

Pisang kepok terdiri atas dua jenis, yaitu pisang kepok putih dan pisang kepok kuning. Pisang kepok putih memiliki daging buah berwarna putih pucat, tekstur yang lebih keras, dan rasa yang cenderung masam. Sebaliknya, pisang kepok kuning memiliki daging buah berwarna kekuningan dengan rasa yang lebih manis. Kulit pisang kepok yang matang berwarna kuning kehijauan dengan sedikit bercak coklat (Saraswati, 2015).



Gambar 2. 1 Pisang Kepok

Sumber : (Sinta dan Hasibuan, 2023)

Kedudukan taksonomi pada tanaman pisang kepok sebagai berikut (Wijaya et al., 2023) :

Kingdom : Plantae

Divisi : Magnoliophyta

Class : Liliopsida

Ordo : Zingiberales

Famili : Musaceae

Genus : Musa

Spesies : *Musa paradisiaca* L.

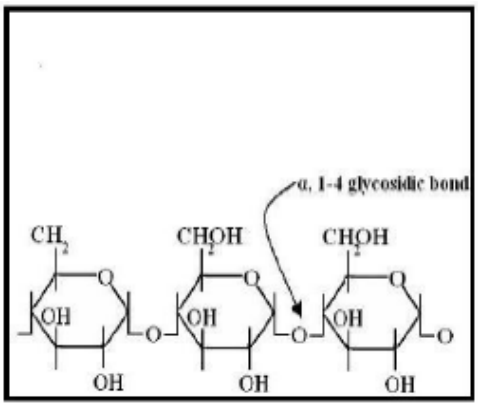
Pisang kepok termasuk dalam kategori pisang plantain, yaitu jenis pisang yang hanya dapat dikonsumsi setelah melalui proses pengolahan. Varietas pisang kepok putih dianggap sebagai bahan baku terbaik untuk pembuatan tepung karena menghasilkan tepung dengan warna paling putih serta memiliki kandungan pati dan karbohidrat yang lebih tinggi dibandingkan dengan jenis pisang lainnya (Ambarita et al., 2015).Pisang kepok tidak hanya kaya akan kandungan pati, tetapi juga mengandung berbagai nutrisi penting, seperti protein, karbohidrat, kalsium, fosfor, zat besi, vitamin A, vitamin B, vitamin C, serta senyawa metabolit sekunder lainnya. Kombinasi kandungan tersebut menjadikan pisang kepok sebagai sumber energi yang lebih tinggi dibandingkan dengan jenis buah lainnya. Selain itu, pisang kepok mengandung sejumlah mineral esensial, termasuk kalium, magnesium, zat besi, fosfor, dan kalsium, serta dilengkapi dengan vitamin B,

vitamin B6, vitamin C, dan serotonin, yang berperan sebagai neurotransmitter untuk menunjang fungsi otak secara optimal (Suswati, 2022).

2.2 Pati

Pati merupakan karbohidrat kompleks utama yang tidak larut dalam air, berasal dari tanaman atau buah-buahan, memiliki sifat netral, serta tidak berbau. Proses produksi pati dari pisang kepok meliputi langkah-langkah sederhana seperti pengupasan, pencacahan, perendaman, penggilingan, penyaringan, pengendapan, dan pengeringan (Mustafa, 2016). Dalam kehidupan manusia dan hewan, pati juga menjadi sumber karbohidrat utama yang berperan penting dalam mendukung aktivitas biologis. Secara alami, pati ditemukan dalam plastida berbagai organ tumbuhan seperti biji, akar, umbi, buah, daun, dan rimpang. Granula pati tersusun atas dua polimer utama α-D-glukosa, yaitu amilosa dan amilopektin, yang memiliki struktur dan sifat berbeda. Perbandingan antara kedua komponen ini bervariasi, memengaruhi karakteristik fungsional pati sebagai sumber energi (Rozali, 2024).

Amilosa adalah polisakarida linear yang terdiri atas monomer glukosa yang saling terhubung melalui ikatan 1,4-glikosidik, membentuk struktur polimer panjang tanpa cabang (Rozali, 2024).

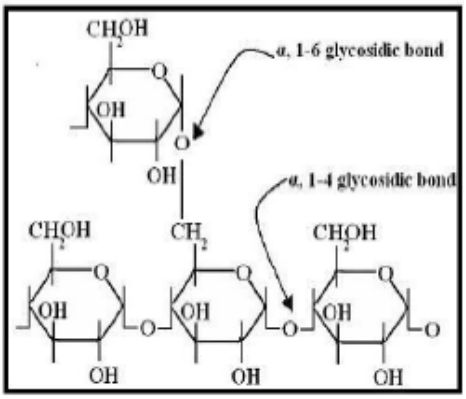


Gambar 2. 2 Struktur rantai amilosa

Sumber : (Muharam et al., 2022)

Amilopektin adalah polisakarida yang terdiri dari monomer *α-glukosa*, memiliki struktur molekul yang sangat besar, dan ditemukan dalam pati. Meskipun terbentuk dari monomer yang serupa, amilopektin memiliki perbedaan

fisik yang jelas dibandingkan dengan amilosa. Secara struktural, amilopektin terdiri dari rantai glukosa yang saling terhubung melalui ikatan glikosidik 1,4. Namun, amilopektin juga memiliki cabang-cabang yang dihubungkan melalui ikatan glikosidik 1,6 (Rozali, 2024).



Gambar 2. 3 Struktur rantai amilopektin

Sumber : (Muharam et al., 2022)

Pati umumnya dihidrolisis oleh enzim-enzim pencernaan di usus halus, seperti enzim α-amilase, sukrase-isomaltase, dan glukoamilase. Proses ini menghasilkan glukosa yang dapat diserap ke dalam aliran darah dan digunakan sebagai sumber energi di dalam sel tubuh (Rozali et al., 2018).Berdasarkan tingkat cernanya, pati terbagi menjadi tiga kategori, yaitu pati yang cepat dicerna (*rapidly digestible starch*), pati yang lambat dicerna (*slowly digestible starch*), dan pati resisten (*resistant starch*).Pati cepat dan lambat dicerna merupakan fraksi pati yang mengalami hidrolisis menjadi dekstrin dalam rentang waktu 20–120 menit di saluran pencernaan akibat aktivitas enzim α-amilase. Sebaliknya, pati resisten tidak dapat dihidrolisis oleh enzim pencernaan dalam usus halus setelah lebih dari 120 menit, sehingga diteruskan ke usus besar untuk difermentasi oleh mikroflora usus (Suloi, 2019).

2.3 Sterilisasi

Sterilisasi merupakan proses untuk menciptakan kondisi bebas mikroorganisme melalui metode fisik, kimia, atau mekanik yang bertujuan membunuh seluruh bentuk kehidupan mikroorganisme. Pemilihan metode sterilisasi bergantung pada jenis, sifat, dan karakteristik bahan atau alat yang akan disterilkan, seperti daya tahan terhadap panas, wujud (padat atau cair), ukuran,

dan bentuknya. Dalam bidang mikrobiologi, sterilisasi bertujuan untuk memastikan bahwa: (1) alat dan bahan steril sebelum digunakan, dan (2) mikroorganisme yang ditumbuhkan di medium tidak terkontaminasi mikroorganisme lain. Metode sterilisasi terdiri atas sterilisasi fisik, kimia, mekanik, pasteurisasi dan tyndalisasi (Pradhika, 2018).

a) Sterilisasi Fisik

Dilakukan apabila senyawa tidak terurai oleh suhu atau tekanan tinggi. Contoh: pemanasan udara panas (menggunakan oven pada suhu 170–180°C selama 2–3 jam, biasanya untuk alat gelas), uap bertekanan (menggunakan autoklaf pada suhu 121°C dengan tekanan 15 psi selama 15 menit), pemijaran, atau radiasi (sinar-X, gamma, UV).

b) Sterilisasi Kimia

Menggunakan senyawa kimia tertentu untuk membunuh atau menghentikan pertumbuhan mikroorganisme tanpa merusak bahan atau alat.

c) Sterilisasi Mekanik

Prinsipnya adalah filtrasi menggunakan membran untuk menyaring cairan sehingga mikroorganisme terperangkap. Metode ini cocok untuk bahan yang tidak tahan terhadap suhu atau tekanan tinggi, seperti serum darah, antibiotik, dan glukosa. Filter yang sering digunakan meliputi *Filter Seitz, Chamberland Pasteur*, dan *Berkefeld.*

d) Sterilisasi Pasteurisasi

Digunakan untuk larutan sensitif terhadap suhu tinggi, terutama susu dan produk turunannya. Metode ini tidak membunuh semua mikroorganisme, tetapi mengurangi jumlahnya agar lebih tahan lama. Terdapat dua metode:

1. Pasteurisasi konvensional: memanaskan pada 63°C selama 30 menit.
2. Pasteurisasi cepat (HTST): memanaskan pada 72°C selama 15 detik kemudian segera didinginkan.

e) Sterilisasi Tyndalisasi

Dikenal sebagai sterilisasi bertahap (*discontinuous sterilization*), metode ini menggunakan uap panas pada suhu 90–100°C selama 30 menit,

dilakukan dalam tiga tahap dengan jeda inkubasi pada 37°C semalam. Pemanasan bertahap bertujuan memberi waktu bagi endospora untuk berkecambah sebelum dimusnahkan pada tahap berikutnya.

2.3.1 Sinar *Ultraviolet* (UV)

Sinar *ultraviolet* (UV) merupakan jenis radiasi yang mampu menghasilkan energi untuk menghancurkan mikroorganisme seperti bakteri dan virus. Efektivitas radiasi sinar UV ini disebabkan oleh karakteristik panjang gelombangnya, yang berkisar antara 4 nm hingga 400 nm. Organisme cenderung mati ketika terpapar radiasi UV pada panjang gelombang sekitar 365 nm. Dengan kemampuan ini, sinar UV banyak dimanfaatkan di lingkungan yang membutuhkan kondisi steril, seperti fasilitas medis, rumah sakit, dan dalam proses produksi makanan (Habel dan Rivaldi, 2022).

Efektivitas sinar UV dalam membunuh bakteri dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain luas ruangan, panjang gelombang, umur dan ukuran lampu, durasi penyinaran, jarak sumber cahaya dari target, serta jenis bakteri yang terpapar. Radiasi sinar UV diketahui dapat membunuh seluruh jenis mikroorganisme apabila intensitas dan waktu paparan mencukupi (Navratinova et al., 2019).

Sinar UV diklasifikasikan menjadi UV-A, UV-B, UV-C, dan UV-*Vacuum* berdasarkan karakteristik panjang gelombangnya sebagai berikut (Syafaat et al., 2021):

Tabel 2. 1 Jenis-Jenis UV dan Karakterisiknya

Jenis UV	**Panjang Gelombang**
UV-A	315-400 nm
UV-B	280-315 nm
UV-C	200-280 nm
UV-*Vacuum*	100-200 nm

Sumber : (Syafaat et al., 2021)

Virus yang mengandung ribonucleic acid (RNA) dan deoxyribonucleic acid (DNA) memiliki kemampuan menyerap sinar UV-C pada panjang gelombang 254 nm secara optimal, yang menyebabkan kerusakan seluler. Meskipun sinar UV-B juga dapat merusak RNA dan DNA, efisiensinya hanya sekitar 20–100 kali lebih rendah dibandingkan UV-C. Di sisi lain, sinar UV-A jauh kurang efektif karena tingkat penyerapan RNA dan DNA terhadap sinar ini sangat lemah (Darnell et al., 2004).Hal ini menunjukkan bahwa sinar UV-C merupakan jenis sinar UV paling efektif dalam membunuh mikroorganisme, termasuk bakteri dan virus. Sinar UV-C tidak hanya efektif dalam membunuh mikroorganisme pada permukaan benda, tetapi juga dapat mengurangi jumlah mikroorganisme yang terdapat di udara (Azza et al., 2021).

Iradiasi dengan sinar UV-C merupakan salah satu teknik sterilisasi yang umum digunakan, memiliki efek germisidal yang sangat kuat, dan sering diaplikasikan dalam bentuk lampu merkuri untuk menonaktifkan mikroorganisme. Radiasi UV-C dengan panjang gelombang 250–280 nm memiliki efek mematikan karena kemampuannya menonaktifkan mikroorganisme seperti virus, bakteri, jamur, dan protozoa. Penggunaan UV-C untuk sterilisasi memiliki beberapa keunggulan, antara lain metode yang sederhana, tidak bergantung pada pH dan suhu, serta minim efek samping (Syafaat et al., 2021).

2.4 Angka Lempeng Total (ALT)

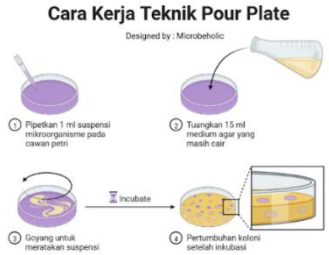
Angka Lempeng Total (ALT), yang dikenal juga sebagai TPC (*Total Plate Count*), merupakan metode kuantitatif untuk menentukan jumlah mikroorganisme aerob mesofilik dalam setiap gram atau mililiter sampel melalui prosedur standar. Di beberapa negara, ALT sering disebut sebagai APC (*Aerobic Plate Count*), SPC (*Standard Plate Count*), atau AMC (*Aerobic Microbial Count*). Meskipun ALT umumnya tidak secara langsung mencerminkan potensi bahaya keamanan pangan, metode ini memiliki peran penting dalam evaluasi kualitas produk, masa simpan, kontaminasi, dan tingkat higienis selama proses produksi (BPOM RI, 2012).

Prinsip pengujian Angka Lempeng Total adalah penambahan sejumlah sampel cair atau suspensi awal yang telah diencerkan ke dalam cawan petri kosong, kemudian dicampur dengan media biakan agar cair , metode ini termasuk dalam

metode cawan tuang (*pour plate*). Sampel selanjutnya diinkubasi dalam kondisi aerobik pada suhu 30 °C selama 72 jam. Koloni mikroorganisme yang muncul dihitung pada cawan dengan jumlah koloni kurang dari 300 untuk menentukan jumlah mikroorganisme per gram atau mililiter sampel (BSN, 2013).

2.4.1 Prosedur Penngujian ALT Metode Cawan Tuang

Prosedur pengujian ALT (Angka Lempeng Total) metode cawan tuang ialah metode pengujian mikrobiologi untuk menghitung jumlah mikroorganisme dalam sampel dengan cara mencampurkan sampel yang telah diencerkan dengan media agar cair steril. Berikut prosedur pengujiannya (BSN, 2013):



Gambar 2. 4 Prosedur ALT Metode Cawan Tuang

Sumber : (MicrobeHolic, 2022)

1. Siapkan sampel pengenceran dari tingkat masing – masing tingkat pengenceran
2. Ambil 1 mL dari masing-masing tingkat pengenceran secara aseptis.
3. Inokulasikan 1 mL tersebut ke dalam dua cawan petri steril (2 replikasi untuk setiap pengenceran).
4. Tambahkan 15–20 mL media PCA cair steril yang telah didinginkan hingga suhu 44–47°C ke dalam cawan petri.
5. Homogenkan campuran dengan gerakan memutar lembut untuk meratakan distribusi sampel dalam media.
6. Biarkan media mengeras pada suhu ruang.
7. Inkubasi cawan petri dalam posisi terbalik pada suhu 30°C ± 1°C selama 72 ± 3 jam.
8. Setelah inkubasi, hitung jumlah koloni yang tumbuh menggunakan alat *colony counter*.
9. Tentukan angka lempeng total (*Total Plate Count*) berdasarkan jumlah koloni yang terhitung.

2.4.2 Perhitungan Angka Lempeng Total (ALT)

Perhitungan dilakukan dengan mempertimbangkan jumlah maksimum koloni yang dapat dihitung, yaitu sebanyak 300 koloni per cawan. Selain itu, minimal satu cawan harus mengandung setidaknya 10 koloni, baik berupa total koloni, koloni khas, maupun koloni yang memenuhi kriteria identifikasi. Selanjutnya, hasil perhitungan Angka Lempeng Total (ALT) dinyatakan sebagai jumlah koloni bakteri yang terdeteksi dikalikan dengan faktor pengenceran menggunakan rumus sebagai berikut (BSN, 2017):

$$N = \frac{\sum C}{V\ X\ [n1+(0{,}1\ x\ n2\ )]X\ d}$$

N: Jumlah mikroorganisme dalam sampel uji, dihitung sebagai rata-rata tertimbang dari dua tingkat pengenceran yang berurutan.

V: Volume inokulum yang digunakan pada setiap cawan Petri, dinyatakan dalam satuan mililiter (mL).

n_1: Jumlah cawan yang teramati pada tingkat pengenceran pertama.

n_2: Jumlah cawan yang teramati pada tingkat pengenceran kedua.

ΣC: Total jumlah koloni yang dihitung pada semua cawan dari dua tingkat pengenceran berturut-turut.

d: Faktor pengenceran yang sesuai dengan tingkat pengenceran pertama yang digunakan sebagai acuan

2.4.3 Kelebihan dan kelemahan Angka Lempeng Total (ALT)

Kelebihan Angka Lempeng Total (ALT) :

1. Dapat mendeteksi mikroorganisme dominan dalam sampel.
2. Memungkinkan identifikasi mikroba lain yang terdapat dalam sampel.

Kelemahan:

1. Koloni yang berasal dari mikroorganisme berpasangan, rantai, atau kelompok dapat memengaruhi akurasi perhitungan.

2. Beberapa mikroorganisme mungkin tidak tumbuh karena media, suhu, pH, atau kondisi inkubasi yang tidak sesuai.
3. Mikroorganisme tertentu dapat tumbuh menyebar, menghalangi koloni lain untuk dihitung.
4. Membutuhkan waktu inkubasi yang relatif lama (24 jam atau lebih) (Fatayati et al., 2023).

2.5 Batas Cemaran Maksimum Pati Pisang Kepok

Cemaran mikroba pada pangan olahan mengacu pada kontaminasi yang berasal dari mikroorganisme yang dapat merugikan kesehatan manusia. Sesuai dengan Peraturan BPOM No. 13 Tahun 2019 tentang Batas Cemaran Mikroba dalam Pangan Olahan, dinyatakan bahwa produk pangan tidak diperbolehkan mengandung mikroba yang melebihi batas maksimum cemaran yang telah ditentukan. Produk pati pisang dalam penelitian ini tergolong ke dalam kategori tepung dan pati, dimana batas cemaran angka lempeng total (ALT) yang diperbolehkan berdasarkan peraturan tersebut adalah maksimal 1×10^6 koloni/gram dan 1×10^5 koloni/gram untuk batas nilai ALT yang dapat diterima (BPOM RI, 2019).