

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Cokelat Batang *Repackaging*

Cokelat adalah produk olahan kakao yang sangat populer dikalangan konsumen karena cita rasanya dan baunya yang khas. Rasa khasnya dihasilkan dari kombinasi seimbang antara rasa pahit, asam dan manis (Maesaroh dkk., 2025). Selain itu, cokelat mengandung polifenol yang memberikan manfaat kesehatan penting. Senyawa polifenol ini berfungsi sebagai antioksidan yang membantu menetralkan radikal bebas, sehingga menurunkan risiko penyakit seperti penyakit jantung dan kanker (Rifqi, 2021). Potensi antioksidan cokelat dapat dievaluasi melalui pengujian laboratorium aktivitas antioksidannya dalam melawan radikal bebas.

Sebuah studi tentang pola konsumsi menunjukkan bahwa rata-rata asupan cokelat batang dikalangan konsumen Indonesia disemua kelompok umur adalah 14,79 g/orang/hari (Erfan dkk., 2021). Dengan demikian, tingginya minat masyarakat terhadap cokelat batangan ikut berperan besar dalam praktik *repackaging*. Dalam prosesnya, sering kali praktik *repackaging* dilakukan pada lingkungan yang tidak memperhatikan sanitasi dan higienitas dalam pangan yang berisiko kontaminasi silang. Akibatnya terjadi peningkatan terhadap jumlah mikroorganisme pada produk dan berpotensi menimbulkan penurunan kualitas bahkan risiko kesehatan.

2.2 Syarat Mutu Produk Cokelat

Produk cokelat merupakan makanan berbahan dasar kakao yang dalam peredarannya harus memenuhi persyaratan mutu. Produk cokelat tidak hanya ditentukan oleh bahan baku dan proses produksi, tetapi juga penanganan pasca produksi, penyimpanan dan distribusi (Yuwana dan Wahyuni, 2024). Oleh karena itu syarat mutu fisik, kimia dan mikrobiologi merupakan hal yang sangat penting. Mutu fisik produk cokelat dapat diamati dari tampilan, warna, tekstur, aroma dan rasa. Perubahan karakteristik fisik dan organoleptik dapat menjadi indikasi penurunan mutu

akibat penyimpanan yang tidak sesuai atau penanganan yang kurang baik. Mutu kimia coklat berkaitan dengan komposisi bahan penyusun seperti kadar lemak kakao, gula dan air. Mutu mikrobiologi merupakan aspek penting dalam penentuan kualitas produk coklat. Meskipun coklat memiliki kandungan air yang rendah, produk ini tetap berpotensi tercemar mikroorganisme akibat kontaminasi selama proses pasca produksi, terutama pada tahap *repackaging*. Pengujian mikrobiologi, seperti Angka Lempeng Total (ALT), kapang dan khamir digunakan untuk menilai tingkat kebersihan dan sanitasi produk. Produk coklat yang berkualitas harus memenuhi batas cemaran mikroba sesuai dengan SNI nomor 7934:2014 menetapkan persyaratan maksimal total cemaran mikroba pada coklat yaitu 1×10^4 (Badan Standarisasi Nasional, 2014).

2.3 Metode Angka Lempeng Total (ALT)

Prinsip metode Angka Lempeng Total (ALT) untuk menunjukkan pertumbuhan mikroba dalam suatu produk pada media agar yang kemudian diinkubasi pada waktu dan suhu yang sudah ditentukan (Astriani dan Niken, 2022). ALT dapat digunakan sebagai parameter petunjuk tingkat mutu dan kualitas serta keamanan pada coklat batang *repackaging*. Penghitungan koloni dapat dilakukan secara manual menggunakan alat bantu *Colony counter* yang dilengkapi kaca pembesar untuk memudahkan dalam pengamatan dan perhitungan koloni. Penandaan pada koloni bakteri dihitung menggunakan pena listrik, ketika pena tersebut ditekan koloni yang dipilih ditandai dan secara otomatis akan terhitung dan ditampilkan pada layar LCD (Nilasari dkk., 2022).

2.4 Sistem Citra Digital

Sistem citra digital merupakan teknologi yang digunakan untuk memperoleh, mengolah, menganalisis dan menampilkan gambar dalam bentuk data digital. Pada penelitian ini, penghitung bakteri otomatis dengan sistem citra digital dilakukan berdasarkan pemrosesan gambar secara digital yang diperoleh melalui kamera atau scanner untuk mendeteksi dan menghitung koloni dari gambar cawan petri secara otomatis. Teknik pemrosesan gambar ini dikembangkan karena dianggap mampu meningkatkan efisiensi dan mempercepat proses analisis.

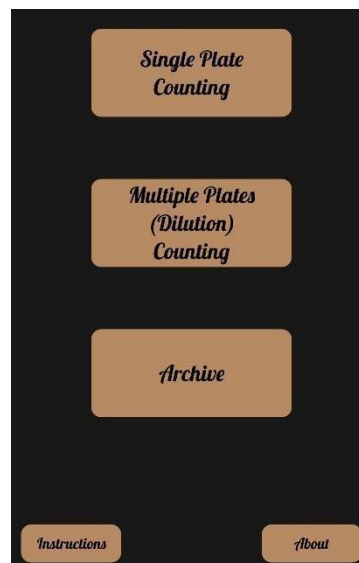
2.5 Aplikasi Penghitung Koloni

Penggunaan penghitung koloni otomatis seperti aplikasi sangat penting untuk mengatasi dan menyediakan alat alternatif modern dan fungsional yang memiliki fitur pemrosesan gambar yang sangat tangguh, akurat dan cepat serta kemudahan pengguna (Nilasari dkk., 2022). Beberapa aplikasi ini digunakan dengan cara terlebih dahulu menumbuhkan koloni pada media agar dan kemudian dilakukan pengambilan gambar cawan untuk analisis. Dalam penelitian ini, empat aplikasi berbeda yang digunakan yaitu CFUCalc, Promega *Colony Counter*, *Colony Counter PRO* dan @BactLAB. Hasil perhitungan yang diperoleh dari aplikasi-aplikasi ini kemudian dibandingkan dengan metode penghitungan manual.

2.5.1 CFUCalc

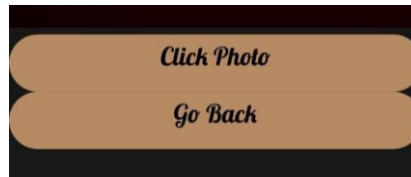
Salah satu keunggulan aplikasi ini adalah kemampuannya untuk secara otomatis menghitung koloni dan juga menghitung unit pembentuk koloni (CFU/mL atau CFU/gram) melalui fitur berbayarnya. Prosedur penggunaan aplikasi ini adalah sebagai berikut:

1. Pada layar utama, pilih opsi “*Single plate counting*”



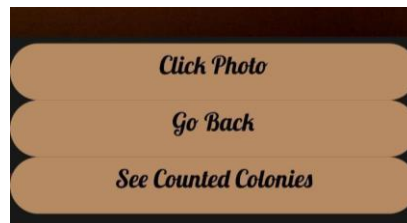
Gambar 2. 1 Layar utama aplikasi CFUCalc

2. Muncul tampilan kamera dengan lingkaran merah besar, kemudian ambil gambar dengan meng-klik “*Click Photo*”



Gambar 2. 2 Pengambilan gambar aplikasi CFU Calc

3. Setelah gambar diambil, pilih “*See Counted Colonies*” untuk menampilkan hasil penghitungan koloni



Gambar 2. 3 Menampilkan hasil pembacaan di aplikasi CFU Calc

2.5.2 Promega Colony Counter

Aplikasi ini dapat menghitung jumlah koloni dalam cawan petri secara otomatis. Penggunaannya dengan mengambil atau mengunggah foto cawan petri yang berisi koloni mikroba. Aplikasi ini juga memberikan keuntungan yaitu penyimpanan dan dokumentasi hasil berupa gambar dan data hitung sebagai bukti pengujian. Cara menggunakan aplikasi ini yaitu:

1. Pada layar pertama, klik ikon plus (+) yang terletak dipojok kanan atas.



Gambar 2. 4 Ikon plus pada aplikasi Promega Colony Counter

2. Pilih “*Add plates*” untuk mengambil gambar.



Gambar 2. 5 Setting aplikasi Promega Colony Counter

3. Sejajarkan cawan petri dengan lingkaran yang ditampilkan di aplikasi, lalu ambil gambarnya.
4. Setelah gambar diambil, hasil perhitungan koloni akan ditampilkan dibagian atas layar.

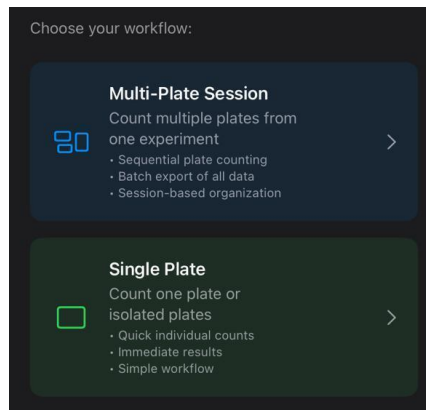


Gambar 2. 6 Hasil perhitungan koloni pada aplikasi Promega Colony Counter

2.5.3 Colony Counter PRO

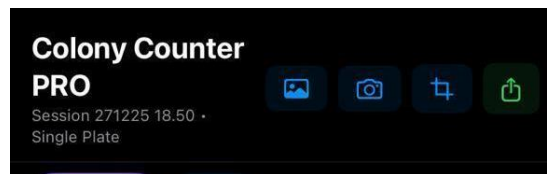
Aplikasi berbayar ini membantu menghitung koloni secara otomatis dari biakan koloni dengan pemrosesan gambar. Kelebihan dari aplikasi ini yaitu tersedia akses ke penyimpanan telepon (atau *cloud*) dapat dilakukan untuk menyimpan gambar dan hasil perhitungan, berguna untuk dokumentasi dan pelaporan. Pengambilan gambar biakan bisa dilakukan dengan pemotretan langsung dari aplikasi ataupun dari galeri. Adapun prosedur penggunaan aplikasi ini yaitu:

1. Pada layar utama aplikasi, pilih “*Single plate*”



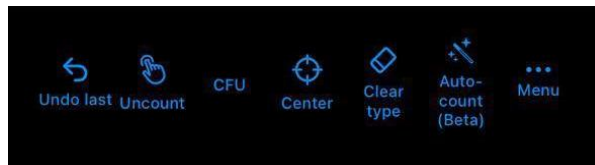
Gambar 2. 7 Layar utama aplikasi Colony counter PRO

2. Jika gambar cawan sudah diambil maka pilih ikon figura. Jika belum pilih ikon kamera untuk mengambil gambar baru.



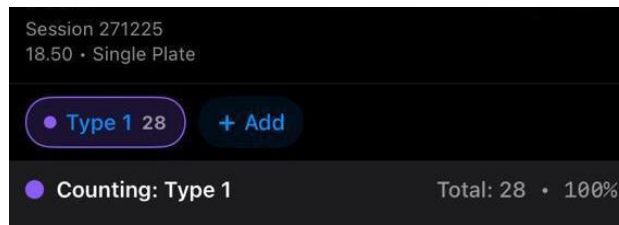
Gambar 2. 8 Ikon untuk mengambil gambar diaplikasi Colony Counter PRO

3. Gambar yang dipilih atau diambil kemudian akan muncul dilayar.
4. klik "*Auto count (Beta)*" dan aplikasi akan menghitung secara otomatis.



Gambar 2. 9 Ikon untuk menghitung secara otomatis aplikasi Colony Counter PRO

5. Hasil perhitungan dan dokumentasi koloni akan muncul seperti berikut:

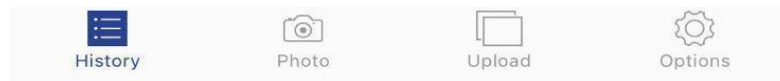


Gambar 2. 10 Tampilan hasil penghitungan dan dokumentasi aplikasi Colony Counter PRO

2.5.4 @BactLAB

Aplikasi ini membantu menghitung koloni dengan opsi penghitung otomatis dari biakan koloni dengan pemrosesan gambar. Kelebihan dari aplikasi ini yaitu akses ke penyimpanan telepon dapat dilakukan untuk menyimpan gambar dan hasil perhitungan, berguna untuk dokumentasi dan pelaporan. Pengambilan gambar biakan bisa dilakukan dengan pemotretan langsung dari aplikasi ataupun dari galeri. Namun, aplikasi ini hanya tersedia untuk perangkat iOS. Adapun cara menggunakan aplikasi ini yaitu:

1. Pada layar utama, pilih “*photo*” untuk mengambil gambar atau “*upload*” untuk memilih gambar dari galeri.



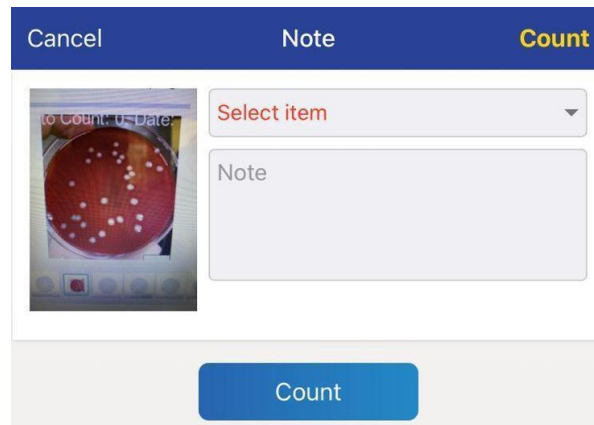
Gambar 2. 11 Layar utama aplikasi @BactLAB

2. Setelah gambar diambil, klik “*next*”.



Gambar 2. 12 Pemilihan gambar pada aplikasi @BactLAB

3. Tampilan layar berikutnya akan muncul sebagai berikut



Gambar 2. 13 Setting aplikasi @BactLAB

4. Pada “*select item*” pilih CF dan pada “*note*” diberi keterangan untuk pengenceran sesuai dengan perlakuan.
5. Klik “*count*” dan aplikasi akan secara otomatis mulai menghitung koloni
6. Hasil perhitungan dan dokumentasi koloni akan muncul seperti berikut



Gambar 2. 14 Tampilan hasil perhitungan dan dokumentasi aplikasi @BactLAB

2.6 Validasi Metode

Validasi metode adalah proses untuk memastikan bahwa suatu metode analitik sesuai untuk penggunaan yang diinginkan. Validasi merupakan langkah penting sebelum melakukan analisis karena membantu memastikan bahwa data yang dihasilkan dapat diandalkan dan akurat. Menurut Suseno (2021), validasi metode diperlukan ketika: (1) metode non-standar diterapkan, (2) metode dikembangkan secara internal oleh laboratorium (3) adanya modifikasi pada metode standar, (4) dua atau lebih metode standar yang digabungkan, atau (5) metode standar digunakan bersama dengan metode non-standar.

2.7 Akurasi

Akurasi menggambarkan tingkat kedekatan antara hasil analitik yang diperoleh dan nilai sebenarnya (Azhari dkk., 2021). Dalam penelitian ini, akurasi mengacu pada sejauh mana penghitungan koloni yang dihasilkan oleh aplikasi sesuai dengan penghitungan koloni secara manual. Analisis regresi menjelaskan hubungan antara variabel terikat (Y) terhadap variabel bebas (X) (Khasanah, 2021). Koefisien korelasi yang mendekati 1 menunjukkan hubungan linear yang lebih kuat.

2.8 Presisi

Presisi mengacu pada kedekatan atau konsistensi hasil yang diperoleh dari pengukuran berulang dalam kondisi tertentu. Dalam penelitian ini dilakukan pengulangan dalam laboratorium yang sama, oleh analisis yang sama, menggunakan peralatan yang sama dan pada hari yang sama. Pengujian ini mencerminkan konsistensi analisis dan tingkat kesulitan metode. Presisi umumnya dinyatakan sebagai *Relative Standar Deviasion* (RSD). Nilai %RSD yang lebih rendah menunjukkan presisi yang lebih baik, artinya hasilnya lebih konsisten. Suatu metode umumnya dianggap memiliki presisi yang dapat diterima ketika nilai $RSD \leq 2\%$ (Rohmah dkk., 2021).