

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Produk cokelat merupakan produk pangan olahan berbahan dasar kakao yang umumnya disajikan dalam bentuk batang, permen, makanan ringan maupun hidangan penutup yang banyak digemari masyarakat. Produk cokelat, khususnya cokelat batangan memiliki karakteristik fisik yang padat, kadar air rendah, serta kandungan lemak dan gula yang tinggi sehingga relatif stabil selama penyimpanan. Karakteristik tersebut menjadikan cokelat batangan sebagai produk yang mudah didistribusikan dan memiliki umur simpan yang cukup panjang, sehingga banyak beredar di pasaran dalam berbagai bentuk dan ukuran kemasan. Tingginya minat masyarakat terhadap produk cokelat mendorong usaha pelaku untuk menyediakan produk cokelat melalui praktik *repackaging*, yaitu tindakan pengemasan ulang produk dari kemasan asli ke kemasan lain dengan ukuran yang lebih kecil dan harga yang lebih terjangkau (Handayani dkk., 2025). Penelitian oleh Astriyana dkk., (2023), mengenai pengemasan ulang atau *repackaging* produk cokelat yang dijual secara online menunjukkan bahwa praktik *repackaging* ini berpotensi merugikan konsumen jika produk yang dijual tanpa informasi yang benar, jelas dan jujur, seperti tidak mencantumkan izin edar BPOM, tanggal kadaluarsa, serta komposisi produk. Selain itu, pada penelitian Astriyana dkk., (2023) juga telah merangkum beberapa kasus bahwa kualitas produk hasil pengemasan ulang ada yang berbeda dari produk asli, baik dari segi rasa, aroma, maupun kebersihan, sehingga menimbulkan risiko terhadap kesehatan.

Dengan demikian, praktik *repackaging* memiliki hubungan erat dengan potensi penurunan mutu dan kualitas produk. Karena, selama proses *repackaging* cokelat mengalami pemaparan dilingkungan terbuka, peralatan, serta kontak langsung dengan tangan pekerja. Kondisi tersebut dapat meningkatkan risiko terjadinya kontaminasi, khususnya cemaran mikrobiologis, meskipun secara organoleptik produk masih

tampak baik dan layak dikonsumsi. Dengan demikian, mengingat coklat merupakan produk yang dikonsumsi secara luas dibutuhkan perhatian penting bagi keamanan pangan yang dapat berdampak langsung terhadap kesehatan masyarakat (Çetinkaya dkk., 2021). Oleh karena itu, salah satu parameter penting untuk menilai mutu mikroorganisme dalam produk coklat adalah pembacaan jumlah total cemaran mikroba (*Angka Lempeng Total*, ALT). Metode ini digunakan sebagai indikator yang menggambarkan kebersihan, higienitas serta keamanan pangan dan potensi mikrobiologisnya melalui kolonisasi bakteri yang tumbuh pada medium kultur *Plate Count Agar* (PCA) (Nurfadillah dkk., 2025). Standarisasi Nasional Indonesia (SNI) nomor 7934 tahun 2014 menetapkan standar mutu tentang batas maksimum total cemaran mikroba pada coklat dan produk-produk coklat yaitu  $1 \times 10^4$  koloni/g (Badan Standarisasi Nasional, 2014).

Koloni bakteri adalah kumpulan bakteri hasil pertumbuhan dari satu sel bakteri dengan spesies yang sama dan berkembang menjadi koloni pada media kultur, sehingga pertumbuhan bakteri dapat diamati dan diukur (Zakaria, 2024). Dalam praktiknya, proses perhitungan jumlah cemaran bakteri yang tumbuh pada media kultur umumnya dihitung secara manual menggunakan alat *Colony Counter* dengan bantuan pen khusus yang terhubung dengan *counter* sebagai penanda terhitungnya koloni. Meskipun metode ini dianggap standar, namun memiliki sejumlah kelemahan yaitu memperlambat efisiensi kerja laboratorium, memakan waktu lama serta melelahkan mata terutama jika dilakukan pada sampel dalam jumlah besar serta membutuhkan konsentrasi yang banyak, sehingga perhitungan jumlah koloni dapat dipengaruhi oleh kondisi fisik dan tingkat kelelahan peneliti. (Nilasari dkk., 2022). Selain itu, penggunaan metode manual ini menjadi masalah yang cukup serius karena adanya keterbatasan alat *Colony Counter* yang disebabkan oleh harganya yang tidak terjangkau membuat beberapa praktikan di laboratorium harus menghitung jumlah koloni dengan cara mengamati dan menghitung koloni satu per satu tanpa bantuan alat yang profesional.

Disisi lain, dengan perkembangan teknologi yang pesat di era modern ini, terutama dalam bidang mikrobiologi yaitu rancangan alat penghitung koloni bakteri menggunakan sistem citra digital berupa aplikasi berbasis *smartphone* (Nilasari dkk., 2022). Dengan pemanfaatan perkembangan teknologi yang ada analisis ini menawarkan metode alternatif berdasarkan pemrosesan gambar secara digital untuk mendeteksi dan menghitung koloni dari gambar cawan petri. Keunggulan dari penggunaan metode alternatif ini antara lain efisiensi waktu, kemudahan penggunaan dan biaya yang relatif rendah dibandingkan alat penghitung manual.

Penelitian yang dilakukan oleh Rodrigues dkk., (2022), melaporkan bahwa hasil penghitungan pada aplikasi penghitung koloni *Image Analys Semi-Automatic System* untuk tiga jenis koloni bakteri menyebutkan nilai akurasi dari aplikasi terhadap manual mempunyai korelasi yang baik yaitu 0,9792. Dalam penelitian Heuser dkk., (2023) juga mengevaluasi perangkat penghitung koloni mikroba UVP *ColonyDoc-It Imaging Station* dalam hal akurasi dengan hitungan manual. Percobaan tersebut menunjukkan nilai akurasi rendah yaitu dengan korelasi 0,77. Sedangkan Moucka dkk., (2022) pada penelitiannya yang berjudul “*Performance of four bacterial cell counting apps for smartphones*” melakukan perbandingan empat aplikasi yang digunakan yaitu CFUCalc, Promega *Colony counter*, APD *Colony counter PRO* dan @BactLAB menggunakan biakan *Escherichia coli* di beberapa jenis media memiliki tingkat akurasi dan presisi yang berbeda. Aplikasi yang menunjukkan tingkat akurasi tertinggi adalah CFUCalc pada media agar darah dan LB, disusul dengan aplikasi Promega *Colony Counter* pada media kromium dan agar darah kemudian diikuti oleh aplikasi @BactLAB dan terakhir yaitu APD *Colony Counter PRO*.

Beberapa aplikasi android yang telah dikembangkan untuk menghitung jumlah koloni berdasarkan penelitian sebelumnya yaitu NICE, UVP *ColonyDoc-It Imaging Station*, CFUCalc, Promega *Colony Counter*, *Colony Counter PRO* dan @BactLAB. Tetapi pada aplikasi *Image Analys Semi-Automatic System* dan UVP *ColonyDoc-It Imaging Station* ternyata sudah tidak tersedia pada *PlayStore* maupun *AppStore* sehingga aplikasi ini tidak dapat digunakan dalam penelitian. Aplikasi-aplikasi ini

kemudian digunakan dengan membandingkan nilai akurasi dan presisi yang didapat pada setiap aplikasi.

Akurasi mengacu pada kedekatan hasil pembacaan aplikasi dengan nilai sebenarnya, sedangkan presisi adalah konsistensi diantara pembacaan berulang dari sampel yang sama (Malik, 2023). Akurasi dan presisi menjadi parameter penting untuk menjamin apakah metode alternatif penggunaan aplikasi cukup efektif digunakan untuk menghitung koloni berdasarkan hasil pengukuran. Pengukuran akurasi menunjukkan seberapa dekat hasil analisis yang diperoleh dari aplikasi dengan membandingkannya pada hasil analisis secara manual. Akurasi ditentukan dengan cara memplot hasil perhitungan koloni menggunakan aplikasi pada sumbu x dan hasil perhitungan manual pada sumbu y kemudian dilihat nilai regresi yang mendekati 1. Menurut literatur, nilai koefisien korelasi yang mendekati angka 1 terjadi hubungan linear yang sempurna antara sumbu x dan sumbu y (Chandra dkk., 2022). Presisi pada penelitian ini untuk mengetahui ketelitian dari aplikasi yang memberikan hasil konsisten pada beberapa pengulangan, maka dilakukan pengulangan pengukuran sebanyak 6 kali untuk setiap cawan petri. Nilai presisi diperoleh nilai *Relative Standard Deviation* (%RSD). Suatu metode memberikan ketelitian yang baik ketika nilai %RSD  $\leq 2\%$ . Semakin rendah nilai %RSD menunjukkan semakin baik metode dan presisinya yang digunakan untuk menganalisis (Rohmah dkk., 2021).

Berdasarkan latar belakang tersebut maka pada penelitian ini dilakukan validasi kembali aplikasi penghitung koloni berbasis android *CFUCalc*, *Promega Colony counter*, *Colony counter Pro* dan *@BactLAB*. Keempat aplikasi ini digunakan karena mengacu pada penelitian Moucka dkk., (2022) tetapi dengan mengganti aplikasi *APD Colony counter* dengan *Colony counter PRO* karena *APD Colony counter* memiliki hasil akurasi terendah. Penelitian dilakukan dengan membandingkan nilai akurasi dan presisi pada keempat aplikasi penghitung koloni bakteri yaitu dengan perhitungan manual menggunakan alat *Colony counter* pada sampel coklat batang *repackaging* yang akan memberikan data mengenai sejauh mana aplikasi tersebut dapat diterapkan secara praktis dalam analisis mikrobiologi.

## 1.2 Rumusan Masalah

1. Berapa jumlah koloni bakteri yang terbaca menggunakan aplikasi CFUCalc, Promega *Colony Counter*, *Colony Counter PRO* dan @BactLAB pada sampel cokelat *repackaging*?
2. Manakah aplikasi yang memiliki hasil tingkat akurasi dan presisi yang terbaik dalam menghitung koloni bakteri pada sampel cokelat *repackaging*?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dilakukannya penelitian ini berdasarkan rumusan masalah diatas yaitu:

### 1.3.1 Tujuan Umum

Untuk membandingkan empat aplikasi otomatis dengan metode manual menggunakan *colony counter* dalam menghitung koloni bakteri pada sampel cokelat *repackaging*.

### 1.3.2 Tujuan Khusus

Untuk menghitung nilai akurasi dan presisi empat aplikasi dalam sampel cokelat *repackaging* berdasarkan nilai regresi yang mendekati angka 1 dan nilai presisi yang  $\leq 2\%$ .

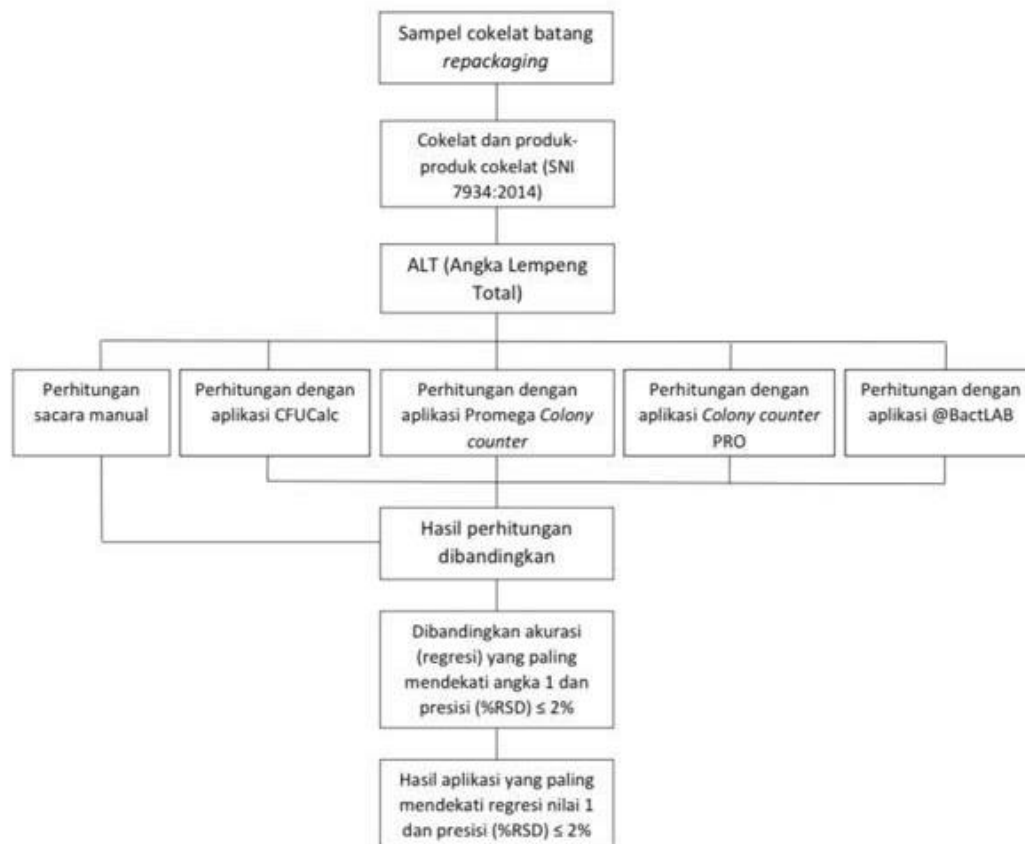
## 1.4 Manfaat Penelitian

Berdasarkan hasil penelitian ini, peneliti mengharapkan penelitian ini dapat memberikan beberapa manfaat, yaitu:

1. Dapat menjadi referensi dan pengembangan ilmu penelitian bagi peneliti selanjutnya mengenai pengujian angka lempeng total menggunakan perhitungan aplikasi berbasis android dan metode manual pada cokelat *repackaging*.
2. Memberikan informasi akurasi dan efektivitas aplikasi penghitung koloni berbasis android sehingga dapat menjadi acuan dalam memilih alat bantu digital yang sesuai.

3. Menambah wawasan bagi peneliti tentang akurasi aplikasi yang digunakan untuk menghitung koloni pada sampel coklat batang *repackaging* dengan metode ALT.
4. Menyediakan alternatif alat analisis yang lebih praktis dan cepat dalam menghitung koloni bakteri berbasis digital dalam analisis mikrobiologi.

### 1.5 Kerangka Konsep Penelitian



Keterangan :



= Diteliti



= Tidak diteliti