

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Susu diakui secara universal sebagai bahan pangan lengkap yang kaya nutrisi, menyediakan protein, lemak, laktosa, vitamin, dan mineral esensial yang mendukung pertumbuhan dan perkembangan di berbagai kelompok usia. Susu sapi segar, khususnya, merupakan minuman bergizi yang sangat sering dikonsumsi setiap hari karena kandungan nutrisinya yang sangat baik bagi kesehatan tubuh manusia. Fleksibilitas susu juga memungkinkan pengolahannya menjadi beragam produk makanan dan minuman, menjadikannya komponen vital dalam industri pangan global. Kualitas susu yang baik tidak hanya menentukan nilai gizi, tetapi juga menjadi fondasi bagi produk olahannya [1].

Keterbatasan metode tradisional untuk mengevaluasi kualitas susu, termasuk deteksi glukosa atau pemalsuan, menjadi masalah besar. Metode ini seringkali memakan waktu, mahal, dan memerlukan pengujian di laboratorium dengan bahan kimia yang dapat merusak sampel, sehingga tidak dapat dikonsumsi kembali. Deteksi visual, seperti dari warna atau kekentalan, juga terbukti tidak akurat. Keterbatasan ini menghambat pengawasan kualitas yang efisien dalam rantai pasok susu. Kebutuhan akan solusi yang lebih cepat, murah, dan tidak merusak secara implisit mendorong permintaan akan teknologi pemantauan non-invasif, cepat, dan berpotensi [2]. Sifat dielektrik susu bukan sekadar nilai tunggal, melainkan sebuah "tanda tangan" kompleks yang dipengaruhi oleh berbagai faktor komposisi dan bahkan kondisi fisik. Ini mencakup kadar air, kadar gula, kadar lemak, protein, ion, dan tingkat keasaman yang dapat berubah akibat kontaminasi bakteri. Karena sifat dielektrik sensitif terhadap berbagai perubahan komposisi internal dan struktural, perubahan pada nilai dielektrik dapat berfungsi sebagai indikator holistik, meskipun tidak spesifik, dari kualitas dan kemurnian susu secara keseluruhan, melampaui deteksi satu jenis pemalsuan saja. Hal ini menjadikan penginderaan dielektrik sebagai alat yang ampuh untuk skrining awal kualitas susu, memungkinkan identifikasi cepat susu yang menyimpang dari standar kemurnian yang diharapkan, dan memicu investigasi lebih rinci jika diperlukan [3].

Hubungan antara konsentrasi larutan dan konstanta dielektrik telah menjadi subjek yang sangat menarik di berbagai disiplin ilmu, termasuk kimia fisika dan teknologi sensor. Bidang studi ini sangat penting, karena konstanta dielektrik suatu larutan tidak hanya mencerminkan karakteristik kelistrikannya tetapi juga memberikan wawasan berharga tentang perubahan struktur dan komposisi internalnya. Dalam praktiknya, pengetahuan tentang konstanta dielektrik diterapkan dalam berbagai cara, seperti menentukan konsentrasi larutan secara tepat, melacak proses kristalisasi dalam lingkungan industri, dan merancang sensor elektrokimia yang dapat mendeteksi variasi dalam lingkungan kimia [4].

Dengan kemajuan pesat teknologi, khususnya di bidang telekomunikasi nirkabel, berbagai perangkat telah dikembangkan untuk mengatasi tantangan dalam mendeteksi kemurnian susu. Salah satu teknologi nirkabel yang paling umum digunakan adalah antena mikrostrip. Penggunaan antena mikrostrip dipilih karena memiliki sejumlah keunggulan, seperti proses fabrikasi yang mudah, biaya produksi yang ekonomis, desain yang kuat, waktu respons yang cepat, serta sensitivitas yang tinggi [5]. Antena ini beroperasi sebagai sensor gelombang mikro berdasarkan prinsip mendeteksi perubahan sifat dielektrik bahan yang terletak di dalam wilayah medan dekat sensor [6]. Meskipun desainnya relatif sederhana, pendekatan ini memiliki potensi yang signifikan untuk pengembangan lebih lanjut sebagai sensor non-kontak yang mampu memantau kadar gula secara real-time, menawarkan manfaat substansial bagi industri minuman dalam memastikan kualitas produk yang konsisten secara efisien.

Penelitian sebelumnya [7], telah membahas tentang penggunaan antena mikrostrip sebagai sensor untuk mendeteksi larutan garam dan gula dalam air. Dalam studi tersebut, digunakan elemen radiasi berbentuk bulan sabit yang bekerja pada frekuensi antara 2,50 GHz hingga 18 GHz. Antena ini dimanfaatkan untuk mengidentifikasi kadar garam dan gula dalam air dengan mengacu pada perubahan konstanta dielektrik larutan. Hasil penelitian menunjukkan adanya hubungan terbalik antara konsentrasi larutan dan konstanta dielektrik, yaitu semakin tinggi kandungan garam atau gula, semakin rendah nilai konstanta dielektriknya.

Penelitian sejenis juga dilakukan pada [2], yang membahas tentang susu dicampur dengan air untuk mensimulasikan pemalsuan, kemudian dianalisis menggunakan metode *open-ended coaxial-line probe*. Hasil studi menunjukkan bahwa peningkatan kadar air dalam susu menyebabkan penurunan signifikan pada nilai konstanta dielektrik. Oleh karena itu, parameter tersebut dapat dimanfaatkan untuk memperkirakan tingkat kemurnian dan kesegaran susu.

Berdasarkan penelitian sebelumnya, tugas akhir ini akan dilakukan perancangan antena jenis mikrostrip berbentuk *circular patch* yang dilengkapi dengan *Dual Complementary Split Ring Resonator* (CSSR). Antena ini dirancang agar dapat berfungsi pada frekuensi WiFi, yaitu 2,4 GHz. Perancangan ini menggunakan antena mikrostrip karena memiliki berbagai keunggulannya, seperti profil yang tipis, ringan, biaya manufaktur yang rendah, dan kemudahan integrasi dengan sirkuit elektronik lainnya. Keunggulan ini menjadikan antena mikrostrip cocok untuk berbagai aplikasi, termasuk komunikasi nirkabel, radar, dan sensor.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam tugas akhir ini yaitu:

- 1.2.1 Bagaimana antena mikrostrip *circular patch* dengan *Dual Complementary Split Ring Resonator* (CSSR) pada groundplane dapat mendeteksi kemurnian susu.
- 1.2.2 Bagaimana pengaruh CSSR terhadap karakteristik antena (frekuensi, *return loss*, VSWR, dan *Q factor*) dalam mendeteksi kemurnian susu.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada tugas akhir ini yaitu:

- 1.3.1 Antena di rancang agar dapat beroperasi pada frekuensi 2,4 Ghz.
- 1.3.2 Elemen peradiasi yang digunakan memiliki bentuk *circular patch* dan dilengkapi dengan *Dual Complementary Split Ring Resonator (CSSR)*.
- 1.3.3 Kinerja antena dievaluasi berdasarkan parameter frekuensi kerja, *Voltage Standing Wave Ratio (VSWR)*, faktor kualitas (*Q factor*), dan *return loss*.
- 1.3.4 Simulasi dan Perancangan dilakukan menggunakan perangkat lunak (*software*) *CST Studio Suite*.
- 1.3.5 Pengujian antenna dilakukan melalui simulasi dengan mempertimbangkan nilai konstanta dielektrik dari berbagai tingkat kemurnian susu.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penulisan tugas akhir ini meliputi:

- 1.4.1 Mengetahui cara kerja antena mikrostrip dengan *Dual Complementary Split Ring Resonator (CSSR)* dalam mendeteksi kemurnian susu.
- 1.4.2 Mengetahui karakteristik antena dengan *Dual Complementary Split Ring Resonator (CSSR)* dalam mendeteksi Kemurnian Susu.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari tugas akhir ini sebagai berikut:

- 1.5.1 Penelitian ini dapat memberikan pemahaman mengenai konsep perancangan antena mikrostrip dengan *dual Complementary Split Ring Resonator (CSSR)* sebagai sensor dengan bentuk *circular patch*.
- 1.5.2 Penelitian ini dapat menjadi acuan ilmiah untuk pengembanagan lanjutan dalam studi antena microstrip sebagai sensor, dengan focus pada analisis parameter-parameter antenna untuk mengoptimalkan kinerjanya.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dari tugas akhir ini adalah:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini memuat penjelasan mengenai latar belakang penelitian, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan yang ingin dicapai, manfaat yang diperoleh, serta sistematika penulisan laporan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas dasar-dasar teori yang menjadi acuan dan pendukung dalam pelaksanaan penelitian.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menguraikan metode, prosedur, serta tahapan-tahapan yang dilakukan dalam proses penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi data hasil penelitian serta pembahasannya.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan dan saran dari penelitian yang dilakukan.

