

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Susu merupakan bahan pangan dengan gizi yang tinggi, mengandung protein, lemak, karbohidrat, vitamin dan mineral yang menjadikannya sebagai sumber nutrisi esensial bagi manusia [1]. Namun, sifat alami susu yang mudah rusak menjadi tantangan yang signifikan, terutama akibat perumbuhan mikroorganisme yang dapat menyebabkan perubahan warna, tekstur dan penurunan kadar pH [2]. Untuk menjaga keamanan dan memperpanjang masa simpan, susu harus melalui proses pasteurisasi, yaitu pemanasan yang bertujuan membunuh patogen tanpa merusak struktur susu [3].

Susu pasteurisasi memiliki nilai gizi yang hampir sempurna dan lebih aman dikonsumsi daripada susu mentah (raw milk) yang terkontaminasi mikroorganisme, patogen gram-positif dan negatif yang dapat membahayakan manusia [3]. Namun di era saat ini, kualitas susu pasteurisasi sangat rentan terhadap praktik pemalsuan (*adulteration*) [4]. Pemalsuan susu yang sering terjadi adalah dengan menambahkan air pada susu pasteurisasi, sehingga kualitas dari susu menurun [5]. Tantangan ini memicu pengembangan solusi pengujian kualitas susu, mulai dari metode konvensional hingga inovasi yang lebih efisien dan non-destruktif.

Metode konvensional berupa pengecekan melalui laboratorium cukup memakan waktu, membutuhkan banyak tenaga kerja dan mahal [2]. Inovasi mulai dilakukan dari beberapa penelitian, salah satunya menggunakan spektroskopi *Near-Infrared* (NIR). Penelitian ini mengevaluasi kualitas susu secara real-time, khususnya terhadap kadar air dalam susu. Penelitian ini terdapat keterbatasan penggunaan NIR dimana sangat sensitif terhadap penghalang, seperti lapisan lemak dan partikel lain [6].

Penelitian lain juga melakukan pengujian adulterasi susu menggunakan pengukuran konduktansi arus bolak-balik [4] dan admitansi listrik [7]. Pengujian ini mengidentifikasi pergeseran nilai $\tan \delta$ atau $\epsilon_r \tan \delta$ (indeks kerugian) yang dipengaruhi oleh kadar air yang ditambahkan sebanyak 5% hingga 30%. Pendeteksian terhadap adulterasi susu juga dilakukan memanfaatkan gelombang elektromagnetik, penerapan tersebut diterapkan menggunakan antena mikrostrip.

Teknologi antena mikrostrip ini memiliki keunggulan dalam hal ukuran yang kompak, berbiaya rendah, ringan memiliki konfigurasi profil yang rendah, mudah dibuat dan dapat dengan mudah diintegrasikan dengan sirkuit elektronik lainnya [2]. Penelitian sebelumnya memanfaatkan teknologi antena mikrostrip sebagai sensor untuk mendeteksi pemalsuan susu (adulterasi susu). Penelitian yang berjudul “*A Novel Microstrip Sensor Based on Closed Loop Antenna for Adulteration Detection of Liquid*” melakukan pengujian adulterasi susu dengan

menambahkan air pada sebagai dasar pengujian. Pengujian yang dilakukan dengan memperhatikan pergeseran frekuensi, nilai return loss dan VSWR dari tiap sampel pengujian [8].

Pengujian lain penggunaan antena mikrostrip sebagai sensor terhadap susu dilakukan oleh Adelia dkk yang berjudul "Pengukuran Kualitas Susu Pasteurisasi Komersial Menggunakan Sensor Mikrostrip" dimana penelitian tersebut dirancang pada frekuensi 2,4 GHz dengan menggunakan 2 antena untuk memantau perubahan pada parameter S_{11} dan S_{21} . Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa sensor mikrostrip dapat menjadi alat yang efektif untuk memantau kualitas susu [2].

Perancangan antena mikrostrip dapat dimodifikasi fisik antenanya dengan tujuan untuk mencapai kinerja yang optimal, salah satunya penerapan multiband pada antena mikrostrip. Penerapan ini dirancang agar antena dapat beroperasi pada beberapa pita frekuensi dalam satu fisik antena yang sama [9]. Pengaruh antena multiband terhadap sensor dalam mendeteksi suatu hal menjadi lebih komprehensif dan akurat [10], [11]. Setiap frekuensi yang berbeda memiliki sensitivitas tersendiri terhadap sifat fisik atau kimia yang berbeda dari susu [12]. Pergeseran frekuensi resonansi antena multiband pada setiap pitanya yang relevan menjadi keunggulan tersendiri dalam mendeteksi pemalsuan atau perubahan kualitas susu [13], [14]. Hal ini telah diterapkan di beberapa penelitian seperti pendeteksian kesegaran susu berdasarkan nilai pH pada susu [13].

Untuk mencapai operasi multiband, diperlukan modifikasi fisik antena dengan berbagai metode salah satunya modifikasi antena mikrostrip dengan slit dan slot [15]. Metode ini dilakukan dengan memotong area elemen peradiasi antena patch. Pemotongan ini bertujuan untuk menciptakan mode resonansi tambahan atau memaksa arus listrik mengikuti jalur yang lebih panjang, sehingga menghasilkan frekuensi resonansi baru. Melalui manipulasi ukuran, lokasi, dan kuantitas slot, perancang dapat mengontrol jumlah frekuensi resonansi dan bandwidth yang sesuai [16].

Dalam penelitian ini, dilakukan perancangan antena mikrostrip yang bekerja secara multiband beroperasi pada frekuensi ganda dibawah 2,4 GHz dengan menerapkan beberapa metode. Metode tersebut berupa pergeseran *linefeed*, *inset feed*, *slit* ganda dan *slot L* pada struktur patch antena, serta penggunaan defected ground structure dengan model *dumbbell slot*. Dengan demikian, penelitian ini ditujukan untuk pendeteksian kualitas susu pasteurisasi dengan menggunakan beberapa sampel larutan susu pasteurisasi-air dengan konsentrasi larutan susu-air yang variatif secara non-kontak melalui antena mikrostrip *multiband* berjudul "Perancangan Antena Mikrostrip *Multiband* dengan *Slit* Ganda dan *Slot L* Sebagai Sensor untuk Mendeteksi Kualitas Susu Pasteurisasi".

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Bagaimana antenna mikrostrip *multiband* dirancang dengan penerapan metode *slit* ganda dan *slot* L pada bagian *patch* dapat mendeteksi kualitas susu pasteurisasi.
2. Bagaimana pengaruh metode *slit* ganda dan *slot* L pada *patch* terhadap parameter antenna mikrostrip dalam mendeteksi kualitas susu pasteurisasi.
3. Bagaimana pengaruh penggunaan antenna *multiband* terhadap parameter antenna mikrostrip dalam mendeteksi kualitas susu pasteurisasi.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian dari tugas akhir ini adalah:

1. Merancang antenna mikrostrip dengan menerapkan metode *slit* ganda dan *slot* L pada *patch* antenna dan dapat beresonansi ganda pada frekuensi di bawah 2,4 GHz.
2. Menganalisis pengaruh penggunaan metode *slit* ganda dan *slot* L pada *patch* terhadap parameter antenna mikrostrip dalam mendeteksi kualitas susu pasteurisasi.
3. Menganalisis pengaruh penggunaan antenna *multiband* terhadap parameter antenna mikrostrip dalam mendeteksi kualitas susu pasteurisasi.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah yang akan dibahas dalam tugas akhir ini adalah:

1. Antena yang dirancang dengan *patch* antenna berbentuk *rectangular*.
2. Antena mikrostrip dirancang dapat beroperasi pada beberapa pita frekuensi < 2.4 GHz.
3. Metode modifikasi antenna *multiband* berupa pergeseran *linefeed*, *inset feed*, *slit*, *slot* L dan *defected ground structure*.
4. Perangkat lunak yang digunakan untuk perancangan dan simulasi adalah CST *Studio Suite* 2019.
5. Kinerja antenna diperoleh dengan memperhatikan nilai *return loss*, VSWR, dan *Q-Factor*, dimana nilai *return loss* ≤ -10 dB dan *Voltage Standing Wave Ratio* (VSWR) berada pada nilai < 2 .
6. Jenis susu yang digunakan dalam penelitian berupa susu pasteurisasi tipe *non-fat* (tanpa lemak).
7. Pengujian antenna dengan larutan susu-air dilakukan berdasarkan persentase konsentrasi susu yang divariasikan dengan rentang 100% hingga 70% konsentrasi susu.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian tugas akhir ini diharapkan:

1. Memberikan pemaparan tentang konsep antena mikrostrip multiband untuk mendeteksi kualitas susu pasteurisasi menggunakan metode *dual slit* dan slot L serta teknik pencatua *inset feed*.
2. Menjadi referensi dalam pengembangan penggunaan antena mikrostrip yang beroperasi secara multiband dengan metode *dual slit* dan slot L untuk mendapatkan hasil yang lebih baik.
3. Dapat digunakan sebagai landasan untuk melakukan fabrikasi antena mikrostrip multiband dengan metode *dual slit* dan slot L dengan teknik pencatua *inset feed* yang dapat bekerja untuk mendeteksi kualitas susu pasteurisasi.

1.6 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan dari tugas akhir ini sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas teori dasar yang mendukung perancangan dan pembuatan tugas akhir.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjabarkan langkah-langkah yang dilakukan dan metode yang digunakan dalam merancang dan melakukan penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisikan data-data hasil penelitian beserta analisa terkait.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan dan saran dari penelitian yang telah dilakukan.

