

ALAT PENDETEKSI KUALITAS BIJI KOPI UNTUK KOPI PAPAIN (KOPI CITARASA KOPI LUWAK TANPA MENGGUNAKAN LUWAK) DENGAN METODE PENGUKURAN NILAI KAPASITANSI

Layla Febry Hidayati ¹⁾, Yuliana Setiarini ²⁾, Haki Midia Aliman Hakim ³⁾.

¹ Teknik Elektro, Teknik, Universitas Lampung
email: laylafebryhidayati@gmail.com

² Fisika, Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung
email: setiariniyuliana@gmail.com

³ Teknik Elektro, Teknik, Universitas Lampung
email: midiahakim@gmail.com

Abstract

Has realized a detection tool quality coffee beans to coffee papain using the principle of measurement of the capacitance. The working principle of this tool is to use a conveyor which serves to select the color of coffee beans and a capacitive sensor to measure the capacitance value of the coffee beans. The research that has been conducted producing good quality coffee beans that is red and has a rated capacitance range between 160 fF -170 fF. The coffee beans that has been retrieved is evidenced by the conventional method of soaking in water, where the range of 160 fF -170 fF the coffee beans submerged. Compared to manual, this technique is more effective because it can generate data capacitance can be used as a reference to identify the range of good quality coffee beans and of poor quality.

Keyword: *capacitance, range 160 fF -170 fF, quality coffee bean*

1. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kopi luwak adalah kopi yang memiliki harga termahal diseluruh dunia, sebanding dengan proses produksi dan citarasa yang dihasilkan. Kopi Luwak sendiri menggunakan jasa Luwak untuk memilih kualitas biji kopi yang paling baik menggunakan indra penciumannya, karena Luwak hanya ingin memakan biji kopi yang kualitasnya baik dan juga proses fermentasi di dalam perut Luwak yang dapat mengurangi kadar protein dan kafein dalam biji kopi, sehingga kadar pahit dalam kopi luwak pun tidak sepahit kopi biasa.

Belum lama ini telah ditemukan cara menghasilkan kopi bercitarasa senikmat kopi luwak tanpa menggunakan Luwak, yaitu dengan menggunakan enzim papain, yang merupakan salah satu pengurai protein yang ada dalam pencernaan hewan. Dengan memakai enzim ini maka kopi pun bisa terfermentasi seperti dalam tubuh luwak. Luwak memerlukan waktu hingga

tiga hari untuk mencerna kopi sedangkan dengan enzim papain hanya perlu 24 hingga 48 jam. Namun terdapat kelemahan dalam pembuatan kopi menggunakan papain, yaitu pemilihan biji kopi berkualitas masih secara manual, yang umumnya hanya melihat secara kasat mata yang terkadang dapat mengalami kesalahan karena beberapa faktor. Dengan demikian, kualitas biji kopi yang dihasilkan cenderung rendah atau bahkan tidak memenuhi kualitas yang disyaratkan. Salah satu teknik untuk melihat kualitas biji kopi adalah melalui Alat Pendeteksi Kualitas Biji Kopi yang memanfaatkan nilai kapasitansi.

Prinsip alat ini menggunakan pengukuran kapasitansi. Pada alat ini terdapat sensor-sensor yang mengelilingi objek untuk mengukur nilai kapasitansi. Dibandingkan cara manual, menggunakan teknik ini lebih efektif karena dapat menghasilkan data kapasitansi yang dapat digunakan sebagai acuan untuk mengidentifikasi batas dari biji kopi berkualitas baik dan berkualitas buruk. Sehingga dapat dipilih biji kopi berkualitas untuk pembuatan

kopi papain yang memiliki citarasa sama dengan kopi luwak.

B. Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Merancang bangun alat pendeteksi kualitas biji kopi untuk kopi papain berdasarkan prinsip pengukuran kapasitansi.
2. Mengetahui karakteristik nilai kapasitansi terhadap kualitas biji kopi papain.

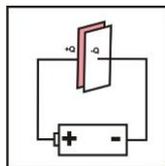
C. TINJAUAN PUSTAKA

Kapasitor Keping Sejajar

Kapasitor adalah komponen elektronika yang terdiri dari dua konduktor yang berdekatan tetapi terisolasi satu sama lain dan membawa muatan yang sama besar dan berlawanan. Komponen ini sangat penting dalam elektronika atau listrik karena mempunyai sifat-sifat:

1. Dapat menyimpan dan mengosongkan muatan listrik.
2. Tidak dapat mengalirkan arus searah (DC).
3. Dapat mengalirkan arus bolak-balik (AC).
4. Dapat memperhalus riak yang terjadi ketika arus bolak-balik (AC) di konversikan menjadi arus searah (DC) pada catu daya.

Umumnya kapasitor yang digunakan adalah kapasitor keping sejajar yang menggunakan dua keping konduktor sejajar. Kepingan tersebut dapat berupa lapisan-lapisan logam yang tipis, yang terpisah dan terisolasi satu sama lain. Ketika kepingan terhubung pada piranti yang bermuatan misalnya baterai, muatan akan dipindahkan dari satu konduktor ke konduktor lainnya sampai beda potensial antara kutub positif (+) dan kutub negatif (-) sama dengan beda potensial antara kutub positif (+) dan kutub negatif (-) baterai. Jumlah muatan (Q) yang dipindahkan tersebut sebanding dengan beda potensial (Tipler,1991).



Gambar 1. Kapasitor keping sejajar

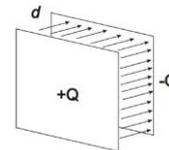
Medan Listrik Kapasitor

Benda yang bermuatan listrik di setiap titiknyanya terdapat kuat medan listrik. Bila muatannya diperbesar, maka kuat medan listrik

di sekitar benda bermuatan listrik tersebut menjadi lebih besar dan sebaliknya. Bila muatannya diperkecil, maka kuat medan listriknya menjadi lebih kecil (Haliday,1986).

Kehadiran medan listrik disekitar bahan mengakibatkan atom-atom pada bahan membentuk momen-momen dipole listrik. Banyaknya momen-momen dipole listrik persatuan volume bahan disebut polarisasi (Sarwate,1990).

Untuk menghasilkan medan listrik E yang kuat dari suatu kapasitor keping sejajar yang terdiri dari dua keping yang sama luasnya dan terpisah dengan jarak d , maka jarak d harus lebih kecil dibandingkan dengan panjang dan lebar keping (Tipler,1991).



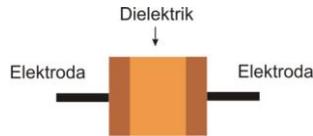
Gambar 2. Medan listrik kapasitor keping sejajar

Pada gambar 2. kapasitor keping sejajar diberi muatan $+Q$ pada satu keping dan muatan $-Q$ pada keping lainnya. Garis garis medan listrik antara keping-keping suatu kapasitor keping sejajar yang terpisah pada jarak yang sama, akan menunjukkan bahwa medan listrik bersifat seragam. Sehingga beda potensial antara bidang-bidang kapasitor sama dengan medan listrik (E), yang ditimbulkan dengan jarak pemisah d :

$$V = E.d \quad (1)$$

Kapasitor adalah komponen elektronika yang dapat menyimpan muatan listrik. Struktur sebuah kapasitor terbuat dari 2 buah plat metal yang dipisahkan oleh suatu bahan dielektrik. Bahan-bahan dielektrik yang umum dikenal misalnya udara vakum, keramik, gelas dan lain-lain. Jika kedua ujung plat metal diberi tegangan listrik maka muatan-muatan positif akan mengumpul pada salah satu kaki (elektroda) metalnya dan pada saat yang sama muatan-muatan negatif terkumpul pada ujung metal yang satu lagi. Muatan positif tidak dapat mengalir menuju ujung kutub negatif dan sebaliknya muatan negatif tidak bias menuju ke ujung positif, karena terpisah oleh bahan dielektrik yang non-konduktif. Muatan elektrik ini

tersimpan selama tidak ada konduksi pada ujung-ujung kakinya.



Gambar 3. Prinsip dasar kapasitor

Kapasitansi

Kapasitansi di definisikan sebagai kemampuan dari suatu kapasitor untuk dapat menampung muatan elektron. Coulomb pada abad 18 menghitung bahwa 1 coulomb = 6.25×10^{18} elektron. Kemudian Michael Faraday membuat postulat bahwa *Sebuah kapasitor akan memiliki kapasitansi sebesar 1 farad jika dengan tegangan 1 Volt dapat memuat muatan elektron sebanyak 1 coulomb*. Dengan rumus dapat ditulis :

$$Q = CV \quad (2)$$

Q = muatan elektron dalam C (coulomb)

C = nilai kapasitansi dalam F (farad)

V = besar tegangan dalam V (volt)

Dalam praktek pembuatan kapasitor, kapasitansi dihitung dengan mengetahui luas area plat metal (A), jarak (d) antara kedua plat metal (tebal dielektrik) dan konstanta (k) bahan dielektrik. Dengan rumusan dapat ditulis sebagai berikut:

$$C = (8.85 \times 10^{-12})(kA/d) \quad (3)$$

Untuk rangkaian elektronis praktis, satuan farad adalah sangat besar sekali. Umumnya kapasitor yang ada di pasaran memiliki satuan μF (10^{-6}), nF ($10^{-9}F$) dan pF ($10^{-12}F$). Konversi satuan sangat penting diketahui untuk memudahkan membaca besaran sebuah kapasitor. Misalnya $0.047\mu F$ dapat juga dibaca sebagai $47nF$.

Dielektrik

Suatu material non-konduktor seperti kaca, kertas, air atau kayu disebut dielektrik. Ketika ruang diantara dua konduktor pada suatu kapasitor diisi dengan dielektrik, kapasitansi naik sebanding dengan factor k yang merupakan karakteristik dielektrik dan disebut sebagai konstanta dielektrik. Kenaikan kapasitansi disebabkan oleh melemahnya medan listrik diantara keping kapasitor akibat kehadiran dielektrik. Dengan demikian, untuk jumlah muatan tertentu pada keping kapasitor, beda

potensial menjadi lebih kecil dan kapasitansi kapasitor akan bertambah besar (Tipler, 1991).

$$V_d = \left(\frac{1}{1 + \chi_e} \right) \frac{d_1}{d_0} V_0 \quad (4)$$

Dengan :

V_0 = beda potensial pada kapasitor keeping sejajar (volt)

V_d = beda potensial pada bahan yang terpolarisasi (volt)

d_0 = jarak antara keeping (meter)

d_1 = tebal bahan (meter)

persamaan (4) merupakan persamaan yang digunakan sebagai konversi nilai tegangan keluaran menjadi nilai-nilai kerentanan listrik (χ_e). Nilai kerentana listrik untuk beberapa bahan ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Nilai kerentanan listrik beberapa bahan

| Bahan | χ_e |
|-------|----------|
| Vakum | 0 |
| Udara | 0,006 |
| Mika | 2-5 |
| Kayu | 1-7 |
| Air | 80 |
| Logam | ~ |

Nilai kerentanan pada mika dan kayu bervariasi, karena bahan tersebut tergolong *amorf* atau bentuk susunan atomnya tidak teratur (Sears and Zemansky, 1971)

Konstanta Dielektrik

Konstanta dielektrik atau permitivitas listrik relatif adalah sebuah konstanta dalam ilmu fisika. Konstanta ini melambangkan rapatnya fluks elektrostatis dalam suatu bahan bila diberi potensial listrik, sehingga merupakan perbandingan energi listrik yang tersimpan pada bahan tersebut jika diberi sebuah potensial relatif terhadap vakum (ruang hampa). Dimana permitivitas relative dari sebuah medium berhubungan dengan *susceptibility* (kerentanan) listriknya χ_e yang dinyatakan melalui persamaan (Anonymous A, 2008).

$$k = 1 + \chi_e \quad (5)$$

Dengan menggabungkan persamaan (13) dan (14), maka akan diperoleh suatu nilai

konstanta dielektrik dari suatu bahan, dengan persamaan umum:

$$k = \left(\frac{V_0}{V_d} \right) \frac{d_1}{d_0} \quad (6)$$

bahan dielektrik pada suatu kapasitor menghambat aliran arus antar platnya. Berbagai bahan digunakan untuk dielektrik seperti ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2. Nilai konstanta dielektrik suatu bahan

| Bahan | Konstanta Dielektrik |
|-------|----------------------|
| Vakum | 1 |
| Udara | 1,006 |
| Mika | 3-6 |
| Kayu | 2-8 |
| Air | 80,37 |
| Logam | ~ |

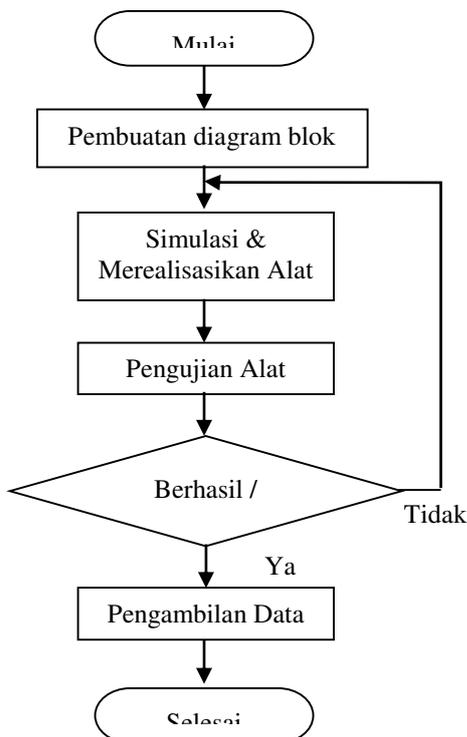
Nilai bahan dielektrik berdasarkan kemampuan mereka untuk mempengaruhi gaya elektrostatik pada suhu tertentu yang disebut dielektrik konstan. Kemampuan dielektrik untuk mendukung gaya elektrostatik berbanding lurus dengan dielektrik konstan (Anonymous A, 2008)

2. METODE

Pada penelitian ini akan dibangun sistem data akuisi alat pendeteksi kualitas biji kopi berdasarkan prinsip pengukuran kapasitansi.

A. Pembuatan Sistem Data Akuisisi

1. Langkah Kerja Perancangan Alat

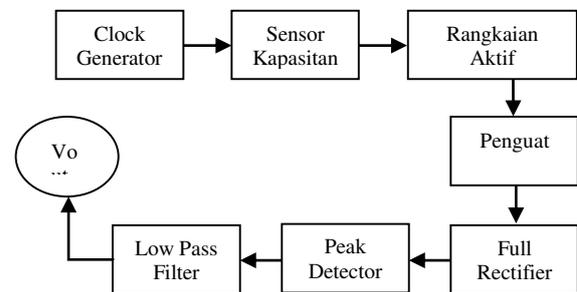


Gambar 4. Diagram alir pembuatan sistem data akuisisi

Langkah kerja penelitian adalah sebagai berikut:

a. Pembuatan Diagram Blok

Pembuatan diagram blok rangkaian ini bertujuan untuk mengetahui proses kerja pengukur kapasitansi untuk sistem data akuisisi.



Gambar 5. Blok diagram proses kerja alat

b. Simulasi dan Merealisasikan Alat

Rangkaian terlebih dahulu disimulasikan di komputer menggunakan perangkat lunak LTspice IV untuk melihat bentuk gelombang dan nilai-nilai parameter dari setiap elemen rangkaian yang dihasilkan oleh rangkaian pengukur kapasitansi. Pemodelan melalui simulasi bertujuan untuk mencari nilai komponen yang optimal dalam pembuatan alat dan mengurangi resiko terjadi kesalahan.

Rancangan kedua adalah merealisasikan rangkaian yang telah di simulasikan. Sensor kapasitansi dibuat dengan menggunakan elektroda tembaga. Rangkaian pengukur kapasitansi terdiri dari beberapa blok bagian yaitu *clock generator* sebagai pembangkit pulsa persegi, rangkaian aktif differensiator sebagai rangkaian yang mengubah kapasitansi menjadi tegangan, rangkaian penguat untuk menguatkan sinyal awal, rangkaian *full wave rectifier* untuk menyearahkan sinyal sebelumnya yang masih sinyal bolak-balik (AC) menjadi sinyal searah (DC), rangkaian *peak detector* untuk mendeteksi sinyal puncak, dan rangkaian *low pass filter* untuk menyaring sinyal yang masih terdapat noise.

c. Pengambilan Data

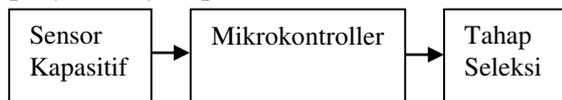
Pengambilan data dilakukan guna mengetahui informasi nilai kapasitansi biji kopi berkualitas baik. Biji kopi yang akan dicari informasinya berasal dari biji kopi yang akan dimakan luwak. Mengingat luwak hanya memakan biji kopi terbaik.

B. Pembuatan Alat Penyortir Biji Kopi

Alat penyortir ini berbentuk konveyor yang memiliki tahap penyeleksian yaitu berdasarkan kualitas kopi. Sehingga perlu ditambahkan sensor kapasitif pada konveyor ini.

1. Pembuatan Diagram Blok

Pembuatan diagram blok rangkaian ini bertujuan untuk mengetahui proses kerja alat penyortir biji kopi.



Gambar 6. Blok diagram proses kerja alat

2. Simulasi dan Merealisasikan Alat

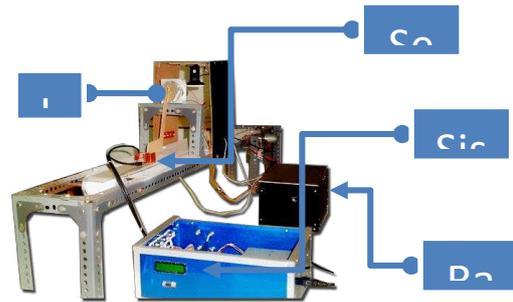
Rancangan yang akan dibuat adalah konveyor yang dapat menyeleksi kualitas biji kopi. Penyeleksian kualitas kopi berdasarkan pengukuran kapasitansi. Penyeleksian biji kopi ini dipilih berdasarkan batas *range* nilai kapasitansi terbaik.

3. Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan dengan mengambil sampel data dengan meletakkan beberapa sampel pada konveyor dan menyeleksi biji kopi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Alat yang dihasilkan pada penelitian ini berupa sensor kapasitif yang telah dimodifikasi dengan menambahkan konveyor yang juga terdapat lengan yang berfungsi sebagai alat untuk memilih kopi yang telah melewati sensor.



Gambar 7. Prototipe Konveyor dan alat pendeteksi kualitas kopi

Penelitian ini menggunakan 3 jenis sampel kopi yaitu merah, kuning, dan hijau yang ditunjukkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 8. Sampel kopi (a) Merah, (b) Kuning, (c) Hijau.

Data yang didapat saat melakukan percobaan dengan menggunakan plat tembaga berukuran 2,9cm x 2,9cm. dimana jarak antar kedua plat tembaga adalah 1,9cm.

Tabel 3. Data Hasil Pengukuran

| Warna Kopi | Sampel | Data ke- | Hasil Pengukuran | |
|------------|--------|----------|------------------|--------|
| | | | Vout (mV) | C (fF) |
| Hijau | 1 | 1 | 169,4 | 135,2 |
| | | 2 | 166,2 | 131,2 |
| | 2 | 1 | 164,5 | 131,2 |
| | | 2 | 161,3 | 128,7 |
| | 3 | 1 | 171,1 | 133,9 |
| | | 2 | 167,8 | 136,5 |
| Kuning | 1 | 1 | 189 | 150,8 |
| | | 2 | 180,8 | 144,3 |
| | 2 | 1 | 187,4 | 149,5 |
| | | 2 | 180,8 | 144,3 |
| | 3 | 1 | 189 | 150,8 |

| | | | | |
|-------|---|---|-------|-------|
| | | 2 | 184,1 | 146,9 |
| Merah | 1 | 1 | 205,3 | 163,8 |
| | | 2 | 211,8 | 169 |
| | 2 | 1 | 148,3 | 118,3 |
| | | 2 | 153,1 | 122,2 |
| | 3 | 1 | 202 | 161,2 |
| | | 2 | 208,5 | 166,4 |

Tabel 3 berisi mengenai data yang diperoleh dari hasil pengukuran menggunakan tiga buah golongan warna yaitu hijau, kuning, dan merah dan pada masing-masing warna menggunakan tiga buah sampel serta pada masing-masing sampel diambil dua pengukuran. Dari tabel 3 terlihat bahwa warna merah memiliki nilai kapasitansi yang lebih besar yaitu antara 160 fF-170 fF dibandingkan pada warna hijau yaitu 120 fF-139 fF dan kuning yaitu 140 fF- 155fF. Namun, pada sampel 2 warna merah menunjukkan hal yang berbeda. Setelah diamati, ternyata biji tersebut mengambang saat dicelupkan pada air. Hal tersebut menandakan biji tersebut berkualitas buruk walaupun berwarna merah.

Informasi mengenai biji kopi berkualitas sudah didapat. Untuk itu perlu dibangun sebuah sistem yang memudahkan kita untuk memilih biji kopi yang baik tanpa perlu mencobanya satu per satu. Tentu saja hal yang demikian sangat tidak efektif. Didapatkan sebuah ide untuk menggabungkan konveyor yang dilengkapi dengan alat pengukur kapasitansi.

4. KESIMPULAN

Adapun kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

- 1) Alat pendeteksi biji kopi berkualitas telah direalisasikan menggunakan konveyor yang terdapat sensor kapasitif untuk mengukur kapasitansi.
- 2) Biji kopi berkualitas baik memiliki warna merah dan mempunyai nilai kapasitansi pada *range* 160 fF- 170 fF.

5. REFERENSI

- [1] Giancoli, D.C. 2001. *Fisika Jilid 2*, Edisi ke-5.C.V Yadaguna. Jakarta
- [2] Haliday, D dan Robert, R. 1986. *Fisika Jilid 2 Edisi ke 3*. Penerjemah: Pantur

Siaban dan Erwin Sucipto. Erlangga. Jakarta.

- [3] Saputra, A. 2009. *Penghitungan Kapasitansi Pada Electrical Capacitance Volume Tomography (ECVT) Dengan Menggunakan Metode Artificial Neural Network*. Skripsi Universitas Indonesia. Depok.
- [4] Sear and Zemansky. 1971. *Handbook of Chemistry and Physics 26th Edition*. John Willey and Sons, Inc., New York.
- [5] Soedjojo, P. 2000. *Fisika Dasar*.PT. Andi Yogyakarta. Yogyakarta.
- [6] Tipler, P.1991.*Fisika Untuk Sains dan Teknik*, Edisi ke-3 jilid 2.Erlangga.Jakarta.
- [7] Warsito, W., Marashdeh, Q., & Fan, L.-S. (2007). *Electrical Capacitance Volume Tomography*. IEEE Sensors Journal.
- [8] Warsito, W., Marashdeh, Q., & Fan, L.-S. *Real Time Volumetric Imaging of Multiphase Flows Using Electrical Capacitance Volume-Tomography (ECVT)*
- [9] Widodo ,Pamuji. 2009. *Rekonstruksi Citra Pada Electrical Capacitance Volume Tomography () Secara Nonlinier Dengan Menggunakan Dual Neural Network*. Skripsi Universitas Indonesia. Depok.
- [10] Xiaobei B. Li, Sam D. Larson, Alexei S. Zyuzin, and Alexander V. Mamishev. (2005) *Parametric Modeling of Concentric Fringing Electric Field Sensors*.
- [11] Xiaobei B. Li, Sam D. Larson, Alexei S. Zyuzin, and Alexander V. Mamishev *Design of Multi-channel Fringing Electric Field Sensors for Imaging – Part I: General Design Principles*.