



**PROSIDING
SEMINAR NASIONAL FISIKA
III**

2012
SEMARANG
6 OKTOBER 2012

JURUSAN FISIKA
Fakultas Matematika dan IPA
Universitas Negeri Semarang

Kampus Sekaran, Gunungpati, Semarang
telp./fax.: +62 24 8508034 ; website: <http://fisika.unnes.ac.id>

PEMBUATAN ALAT PENGUKUR KUALITAS MINYAK GORENG MENGUNAKAN SENSOR INDUKTIF BERBASIS MIKROKONTROLER

A Aminudin^a, A Mudzakir^b, Saepul Pahmi^a

^a Jurusan Pendidikan Fisika FPMIPA UPI

^b Jurusan Pendidikan Kimia FPMIPA UPI

ABSTRAK

Telah dibuat instrumen pengukur kualitas minyak goreng menggunakan sensor induktif. Sensor mengindera perubahan induktansi yang dipengaruhi perubahan sifat fisik minyak goreng akibat pemanasan. Oleh rangkaian pengkondisi sinyal, perubahan induktansi dikonversi menjadi besaran tegangan antara 0-5V. Proses digitalisasi dilakukan melalui ADC 10 bit dengan resolusi 5mV/step. Hasil menunjukkan bahwa sensor induktif mampu memberikan tanggapan terhadap perubahan kadar asam lemak dengan sensitivitas -1,572mH/% transmitan asam lemak struktur *cis* 74,81%, 80,05%, 80,38%, 80,62%, 80,97% 81,60% dengan tanggapan tegangan keluaran 1,720V, 1,715V, 1,711V, 1,707V, 1,704V dan 1,700V

Kata kunci : asam lemak *cis*, mikrokontroler, sensitifitas, sensor induktif

PENDAHULUAN

Minyak goreng merupakan salah satu kebutuhan pokok masyarakat Indonesia. Minyak goreng dapat diekstraksi dari tumbuhan maupun hewan. Jenis minyak yang umumnya dipakai untuk menggoreng adalah minyak nabati (dari tumbuhan) seperti minyak sawit, minyak kacang tanah, minyak wijen dan sebagainya. Minyak goreng jenis ini mengandung sekitar 80% asam lemak tak jenuh jenis asam oleat dan linoleat.

Konsentrasi asam oleat dan linoleat dapat berubah akibat penggunaan minyak berulang-ulang atau mencampur dengan jelantah. Hal ini sering terjadi di masyarakat sekitar kita dengan alasan hemat biaya. Tindakan pengoplosan minyak goreng segar dengan minyak goreng jelantah sering terjadi di masyarakat. Identifikasi dini terhadap kualitas minyak goreng untuk membedakan minyak goreng murni dan minyak goreng oplosan, konsumen biasanya hanya melihat bentuk fisik dari minyak goreng. Cara ini tentunya sangat kurang efektif dan tidak sedikit konsumen yang salah memilih. Pendeteksian dengan cara kimiawi, hasilnya akan lebih akurat namun secara teknis cara ini sulit dilakukan oleh konsumen. Kualitas minyak dapat diketahui dari parameter-parameter fisik maupun kimiawi. Parameter fisik dapat didefinisikan sebagai sifat-sifat fisik yang dapat diukur. Sifat fisik yang lazim untuk mendefinisikan karakteristik minyak adalah warna, bau, kejernihan, titik beku, titik didih, massa jenis, viskositas dan indeks bias (Ketaren, 1986). Sebuah gagasan tertulis dari Syamsudin Nur Wahid dalam sebuah

makalah "Identifikasi Kemurnian Minyak Goreng Menggunakan Induktor" menyatakan bahwa terdapat hubungan antara kandungan asam lemak dengan nilai permeabilitas minyak goreng. Sampel minyak goreng dengan ragam kadar asam lemak dibuat dengan mencampurkan minyak goreng dengan oli dalam berbagai konsentrasi.

Kedua asam lemak tak jenuh dibedakan berdasarkan ikatan rangkap atom karbon pada struktur molekulnya. Asam oleat (*Omega-9*) mempunyai satu ikatan rangkap atom karbon yang struktur molekulnya cenderung tidak lurus yang dapat berperan dalam menurunkan kolesterol dalam darah dan baik untuk kesehatan. Sedangkan asam linoleat (*omega-6*) mempunyai beberapa ikatan rangkap karbon yang dapat memicu terbentuknya kolesterol LDL (*Low Density Lipoprotein*), salah satu penyebab utama penyakit jantung koroner dan menurunkan produksi kolesterol HDL (*High Density Lipoprotein*), salah satu kolesterol yang baik untuk kesehatan.

Minyak goreng yang masih segar mengandung asam oleat dengan struktur *cis* jauh lebih banyak dibandingkan dengan struktur *trans*. Setelah minyak digunakan (dipanaskan), kondisi seperti asam oleat dengan struktur *cis* akan berubah menjadi struktur *trans*. Pemanasan minyak secara berulang akan meningkatkan tingginya konsentrasi asam lemak dengan struktur *trans*.

Informasi di atas menunjukkan ada keterkaitan antara konsentrasi asam lemak dengan permeabilitas. Oleh karena itu dilakukan penelitian pengaruh lama pemanasan terhadap konsentrasi

asam lemak dan permeabilitas menggunakan sensor induktif. Perubahan induktansi sensor dikondisikan dan diolah melalui mikrokontroler menjadi sistem alat pengukur kualitas minyak goreng.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Peralatan

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini meliputi komponen elektronika, PCB (*Printed Board Circuit*) matriks, timah solder, kawat lilitan untuk induktor, minyak goreng dan LCD. Alat yang digunakan pada penelitian meliputi, *signal generator*, *microcontroller*, osiloskop, Induktasimeter, spektrometer FTIR multimeter, *power supply*, solder, penyedot timah, bor tangan, dan alat-alat perbengkelan.

Eksperimental

Diagram alir metode penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.

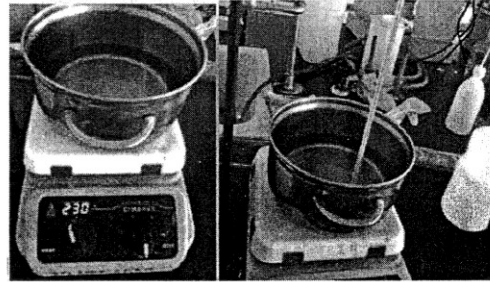


Gambar 1. Diagram alir penelitian

1. Mempersiapkan sampel

Mempersiapkan enam sampel minyak goreng yang dipanaskan pada suhu 180°C dengan lama waktu berbeda-beda. Pemanasan pada *hot plate* dilakukan pada suhu 230°C (seperti terlihat pada Gambar 2), namun temperatur pada minyak goreng tidak sama dengan yang tertera pada tampilan alat tersebut, sehingga dilakukan pengukuran temperatur pada minyak goreng menggunakan termometer untuk memastikan suhu pada minyak goreng tetap 180°C. Pemanasan juga dilakukan dengan wadah yang terbuka sehingga minyak goreng bisa langsung berinteraksi dengan udara

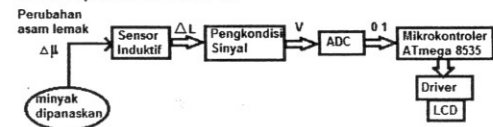
luar, seperti pada kondisi menggoreng yang sebenarnya



Gambar 2. Pemanasan minyak goreng

2. Merancang rangkaian blok fungsional

Rancangan alat dalam bentuk blok fungsional terlihat pada Gambar 3..



Gambar 3. Diagram blok fungsional alat pengukur kualitas minyak goreng

Fungsi masing-masing blok sebagai berikut:

- Sampel minyak
 Sampel minyak yang telah dipanaskan mengalami perubahan asam lemak dan juga perubahan permeabilitas. Enam sampel tersebut dijadikan sebagai inti induktor yang ditempatkan pada wadah secara bergantian.
- Sensor Induktif
 Induktor dirancang berbentuk tabung yang berukuran panjang 10cm, diameter 8cm dan memiliki tiga lapis lilitan. Sensor ini berfungsi mengindera perubahan permeabilitas menjadi perubahan induktansi dengan persamaan sebagai berikut:

$$L = \mu n^2 Al$$
- Rangkaian Pengkondisi sinyal
 Rangkaian pengkondisi sinyal dirancang untuk mengkonversi perubahan induktansi menjadi perubahan tegangan analog. Pengkondisi sinyal menggunakan rangkaian RLC dalam bridge dan rangkaian penyearah.
- ADC dan mikrokontroler
 Mikrokontroler ATmega8535 memiliki fasilitas *Analogue to Digital Converter (ADC)* yang sudah tersimpan dalam chip. ADC ini memiliki 10 bit dengan 8 channel input. Instruksi yang

digunakan untuk mengambil data dari ADC adalah sebagai berikut:

$$W = \text{Getadc}(\text{channel})$$

Dengan deklarasi tiap variabel dalam bahasa BASIC sebagai berikut:

*Dim W As Word ,
 Channel As Byte ,*

W didefinisikan sebagai word artinya variabel W hanya diperbolehkan bernilai dalam rentang 0 s/d 65535. W merupakan variabel untuk menampung sementara nilai pembacaan ADC. Variable *Channel* didefinisikan sebagai byte diperbolehkan bernilai dalam rentang 0 s/d 255, merupakan pembacaan langsung ADC

3. Pembuatan dan Pengujian Rangkaian

Skema yang telah dirancang diuji menggunakan *protoboard* kemudian dibuat dalam bentuk rangkaian jadi. Pengujian rangkaian secara terintegrasi dilakukan setelah semua blok rangkaian dapat bekerja dengan baik.

4. Pembuatan Software

Pembuatan software yang dimaksud adalah membuat program dengan bahasa BASIC. Program ini digunakan untuk membaca tegangan yang diterima ADC dalam bentuk digital. Data digital ini kemudian ditampilkan di LCD.

5. Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan secara bertahap, mulai dengan spektrometer FTIR untuk mengetahui prosentase tranmisi struktur asam lemak setelah dipanaskan. Kemudian pengambilan data induktansi menggunakan induktasmeter. Pembacaan tegangan dari tampilan LCD juga diamati terkait dengan perubahan nilai induktansi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan tabel 1, hasil pengujian FTIR dari enam sampel minyak goreng berupa grafik persen transmitansi gelombang IR terhadap nilai bilangan gelombang. Asam lemak *cis* akan mentransmisikan energi sinar inframerah pada nilai bilangan gelombang di sekitar 968 cm^{-1} dan asam lemak *cis* akan mentransmisikan sinar inframerah pada nilai bilangan gelombang 722 cm^{-1} . Dari pembacaan grafik hasil uji dengan FTIR dapat dibandingkan tingkatan kadar asam lemak struktur *cis* dan *trans* dalam tiap sampel. Sampel asam lemak yang mentransmisikan energi sinar IR sedikit menunjukkan bahwa sampel tersebut menyerap banyak energi IR, sehingga dikatakan bahwa sampel tersebut memiliki kandungan asam lemak yang tinggi. Semakin kecil energi sinar IR yang

ditransmisikan maka semakin tinggi kadar asam lemak.

Pada sampel A (minyak goreng yang tidak dipanaskan) tidak ditemukan adanya asam lemak dengan struktur *trans*. Pada sampel B (minyak goreng yang dipanaskan 1 jam) terdeteksi asam lemak dengan struktur *trans* paling sedikit, ditandai dengan koefesien transmisi sinar IR yang tinggi. Pada sampel F (minyak goreng dipanaskan 5 jam), dideteksi asam lemak dengan struktur *trans* paling banyak, koefesien transmisi paling rendah. Dan pada sampel C, D dan E dideteksi kadar asam lemak dengan struktur *trans* dengan kadar menengah. Dengan pola ini didapatkan bahwa semakin lama pemanasan, asam lemak *trans* yang terdeteksi semakin tinggi.

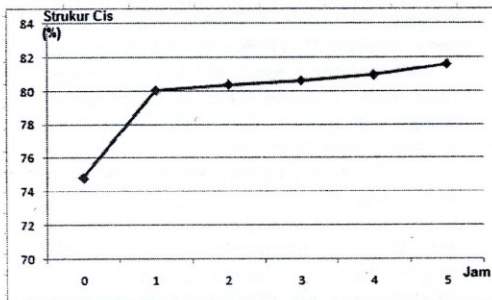
Dengan tingginya kadar asam lemak *trans* maka sinar IR yang diserap pada nilai bilangan gelombang sekitar 722 cm^{-1} akan banyak, sehingga sinar IR yang ditransmisikan sedikit. Begitu juga dengan keadaan ketika asam lemak dengan struktur *cis*. Pada nilai bilangan gelombang yang bersesuaian, ketika terbaca nilai transmisi sinar IR yang rendah, artinya molekul asam lemak dengan struktur *cis* menyerap banyak energi sinar IR dan menunjukkan bahwa kadar molekul asam lemak dengan struktur *cis* tinggi.

Terkait dengan temperatur, maka dapat dianalisis juga bahwa perubahan *cis* menjadi *trans* diakibatkan oleh oksidasi termal. Ketika asam oleat yang berstruktur *cis* dipanaskan akan mengalami reaksi dengan oksigen dan berubah menjadi asam elaidat dengan struktur *trans*. Laju reaksi dipengaruhi oleh kondisi minyak, kondisi oksidasi dan katalis yang ada ketika proses pemanasan. Temperatur yang tinggi menyebabkan gerakan molekul semakin cepat atau energi kinetik meningkat. Tumbukan antar molekul semakin sering terjadi sehingga membesar kemungkinan terjadi reaksi. Asam lemak tak jenuh struktur *cis* sebagai bahan yang dioksidasi dalam proses pemanasan minyak goreng kadarnya akan menurun, sedangkan asam lemak dengan struktur *trans* sebagai hasil dari reaksi oksidasi jumlahnya terus bertambah

Tabel 1. Persentase struktur *cis*,*trans*, lama pemanasan, induktansi dan tegangan keluaran

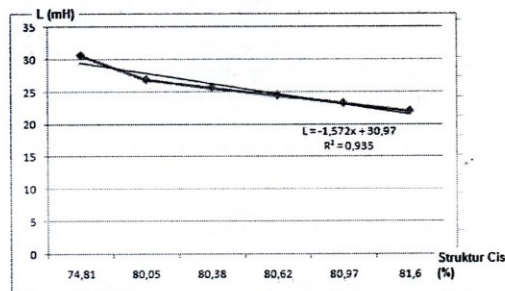
Sampel	Transmisi IR		Lama Pemanasan	Induktansi Sensor (mH)	Tegangan Keluaran Volt
	Struktur Trans (%)	Struktur Cis (%)			
A	tidak terdeteksi	74,81	tidak dipanaskan	30,60	1,720
B	93,08	80,05	1 jam	26,88	1,715
C	85,83	80,38	2 x 1 jam	25,66	1,711
D	85,23	80,62	3 x 1 jam	24,45	1,707
E	83,88	80,97	4 x 1 jam	23,24	1,704
F	82,84	81,60	5 x 1 jam	22,02	1,700

Pada pemanasan minyak 1 jam pertama menunjukkan perubahan asam lemak struktur cis sangat drastis bila dibandingkan pada waktu 2,3,4 dan 5jam. Hal ini menunjukkan pemakaian minyak goreng dapat direkomendasikan untuk satu kali pemakaian saja dalam waktu 1jam. Pemanasan waktu 2, 3, 4, dan 5jam mengalami perubahan yang cenderung konstan. Hal ini dapat ditunjukkan pada gambar 4.



Gambar 4 . Persentase struktur Cis terhadap waktu pemanasan.

Berdasarkan grafik Induktansi (L) terhadap perubahan asam lemak struktur cis pada gambar 5, menunjukkan terjadi penurunan nilai induktansi. Pengujian sensor induktif menunjukkan semakin besar transmisi asam lemak struktur cis, semakin berkurang nilai induktansinya. Karena konsentrasi asam lemak struktur cis berkurang akibat pemanasan, berarti sensor induktif menunjukkan fungsi terhadap pemanasan. Pemakaian minyak goreng yang berulang-ulang akan menurunkan nilai induktansi dengan sensitivitas $-1,572 \text{ mH}/\% \text{ struktur cis}$



Gambar 5. Nilai induktansi versus struktur Cis (%)

KESIMPULAN

Dari pembahasan di atas dapat disimpulkan bahwa sensor induktif mampu memberikan tanggapan terhadap perubahan kadar asam lemak dengan sensitivitas $-1,572 \text{ mH}/\% \text{ transmisi asam lemak struktur cis}$. Penurunan konsentrasi asam lemak struktur cis pada minyak goreng terjadi akibat lama pemanasan. Hasil pengukuran sampel minyak melalui spektrometer FTIR memiliki transmisi asam lemak struktur cis 74,81%, 80,05%, 80,38%, 80,62%, 80,97% 81,60% dengan tanggapan tegangan keluaran 1,720V, 1,715V, 1,711V, 1,707V, 1,704V dan 1,700V

Saran

Beberapa saran untuk pengembangan penelitian terkait penggunaan sensor induktif untuk identifikasi minyak goreng sebagai berikut:

- Menambahkan metode pengujian asam lemak yang lain supaya sampai mendapatkan persentase tiap asam lemak dalam sampel.
- Menambahkan rangkaian pembangkit frekuensi supaya tidak membutuhkan generator fungsi dalam pengoperasiannya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bolton, W "Sistem Instrumentasi dan Sistem Kontrol". Erlangga, Jakarta, 2006.
- [2] Christian "Instrumental Analysis" Second Edition. Allyn and Bacon Inc. Massachusetts, 1986
- [3] Fessenden, "Organic Chemistry. Third Edition" California : Wadsworth, Inc, 1986
- [4] Ketaren, "Pengantar Minyak dan Lemak Pangan". UI Press: Jakarta, 1986
- [5] Mitayani, Nastaiena. "Pengukuran Perubahan Karakteristik Minyak Goreng Akibat Paparan Plasma Korona" Makalah. 2009
- [6] Wahid, S. Nur. "Identifikasi Kemurnian Minyak Goreng Menggunakan Induktor". Makalah pada Program Kreativitas Mahasiswa Gagasan Tertulis, 2010.

