

# Rancang Bangun Alat Pendeteksi Kesegaran Bakso dengan Sensor *Infrared* dan Sensor Gas MQ2

Aufa Maulida Fitrianingrum<sup>1,a)</sup>, Lisa Destarina<sup>2,b)</sup>, Gian Prahasti<sup>3,c)</sup> dan Hendro<sup>2,d)</sup>

<sup>1</sup>Laboratorium Fisika Bumi,  
Kelompok Keilmuan Fisika Bumi dan Sistem Kompleks,  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Bandung,  
Jl. Ganesha no. 10 Bandung, Indonesia, 40132

<sup>2</sup>Laboratorium Fisika Teoretik,  
Kelompok Keilmuan Fisika Teoretik Energi Tinggi dan Instrumentasi,  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Bandung,  
Jl. Ganesha no. 10 Bandung, Indonesia, 40132

<sup>3</sup>Laboratorium Fisika Material,  
Kelompok Keilmuan Fisika Material Elektronik,  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Bandung,  
Jl. Ganesha no. 10 Bandung, Indonesia, 40132

<sup>a)</sup>aufamaulidaf8@gmail.com (corresponding author)

<sup>b)</sup>lisa.desta07@gmail.com

<sup>c)</sup>gianprahasti1993@gmail.com

<sup>d)</sup>hendro@fi.itb.ac.id

## Abstrak

*Telah dibangun sebuah alat pendeteksi kesegaran bakso. Bakso merupakan salah satu makanan favorit masyarakat Indonesia yang kesegarannya sulit dideteksi secara manual. Alat ini menggunakan sensor infrared, sensor gas MQ2, dan sensor suhu. Prinsip kerja sensor infrared menggunakan prinsip reflektansi dimana infrared ditembakkan ke bakso kemudian pantulannya diterima oleh transistor. Sensor MQ2 digunakan untuk mendeteksi gas yang dikeluarkan oleh bakso. Sensor LM35 sebagai kontrol suhu ruangan. Ketiga sensor dimasukkan dalam ruang tertutup bersama dengan bakso. Akuisisi data menggunakan bantuan mikrokontroler Arduino Uno berbasis ATMEGA328P-PU dan LabVIEW 2016 untuk perekaman data selama 24 jam. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa alat ini dapat digunakan untuk mendeteksi kesegaran bakso dilihat dari adanya tegangan masukan selama rentang waktu tersebut baik pada sensor infrared dan sensor gas. Berdasarkan data hasil bacaan sensor, diperkirakan bakso segar berumur 3 jam dan selanjutnya akan ada perubahan fluktuatif selama 4 jam sehingga bakso menjadi tidak segar lagi. Penelitian selanjutnya diharapkan dapat mengembangkan alat pendeteksi ini untuk bahan makanan lain.*

*Kata-kata kunci: Arduino Uno, Bakso, Sensor Gas, Sensor Infrared*

## PENDAHULUAN

Bakso adalah jenis makanan berbahan daging atau ikan dan tepung yang banyak digemari karena cita rasanya serta mengandung sumber protein, lemak, mineral, dan karbohidrat yang berasal dari tepung. Daging yang digunakan sebagai bahan baku bakso antara lain daging sapi, daging ayam, daging ikan, dan lain-lain [1,2,3]. Namun dengan trik tertentu, penjual dapat memanipulasi propertis bakso yang tidak layak konsumsi sehingga konsumen tidak dapat membedakan bakso yang segar dengan bakso yang telah rusak. Dengan demikian, sangatlah penting bagi konsumen untuk mengetahui kesegaran bakso yang akan dikonsumsi.

Acevedo *et al* [4] menjelaskan bahwa faktor yang mempengaruhi kesegaran dan kualitas bahan dasar daging unggas dan ikan adalah warna, tekstur, dan rasa. Lebih lanjut, Kim *et al* [5] menjelaskan perubahan kesegaran daging setelah dimasak berasal dari oksidasi lemak yang diinduksi oleh besi dari myoglobin dan hemoglobin selama proses memasak. Selain itu, faktor kesegaran bahan makanan dipengaruhi aktivitas bakteri yang menghasilkan senyawa organik yang mudah menguap seperti metanol, etanol, dimetil sulfid, metil trioacetate, toluena, nonana, 2,3-butanediol, dan lain-lain. Selain itu, beberapa alkohol, hidrokarbon, keton alifatik, gas asam, dan senyawa benzena juga dihasilkan dari proses dekomposisi lemak dan oksidasi lipid [6].

Penyelidikan kerusakan bahan makanan telah banyak dilakukan. Salah satu cara yang dapat digunakan adalah menggunakan sensor gas [7][8]. Pemanfaatan *infrared* sebagai sensor pendeteksi bahan makanan juga telah dilakukan, seperti untuk mendeteksi kerusakan daging [9] dan mendeteksi kesegaran ikan [10].

Deteksi kesegaran bahan makanan maupun analisisnya dapat dilakukan dengan analisis kimia yang rumit dan melibatkan preparasi serta peralatan yang canggih. Untuk itu, penulis melakukan penelitian rancang bangun deteksi kesegaran bahan makanan dengan pertimbangan peralatan yang sederhana dan harga yang murah menggunakan sensor *infrared* dan gas. Berbeda dengan penelitian-penelitian sebelumnya, bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah bakso yang merupakan bahan makanan olahan, bukan bahan makanan seperti daging atau ikan. Sensor *infrared* dan gas diletakkan dalam satu ruang tertutup dan dilakukan perekaman data menggunakan bantuan mikrokontroler dari Arduino Uno dan LabVIEW 2016.

## METODE PENELITIAN

### Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *breadboard* dan laptop dengan aplikasi LabVIEW 2016. Bahan yang digunakan yaitu LED *infrared*, fototransistor, LM35, sensor gas MQ2, Arduino Uno dengan mikrokontroler ATMEGA328P-PU, resistor, kaca akrilik, dan karton sebagai *housing* fototransistor.

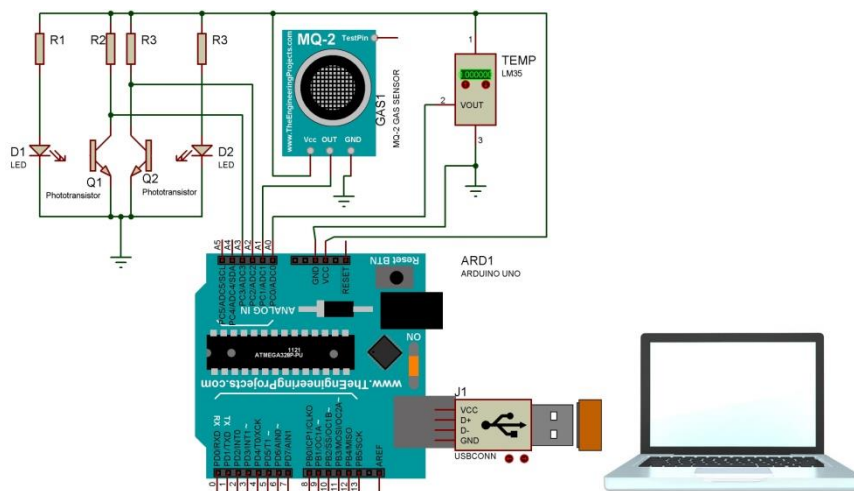
LED *infrared* dan fototransistor digunakan sebagai sensor *infrared*. Prinsip kerja yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan prinsip reflektansi. LED *infrared* akan memancarkan cahaya yang kemudian dipantulkan oleh objek di depannya dan selanjutnya diterima oleh fototransistor. Sensor gas MQ2 digunakan untuk mendeteksi adanya gas yang dikeluarkan oleh bakso selama proses pembusukan. Karakteristik dari sensor gas MQ-2 ini antara lain memiliki sensitivitas yang baik untuk gas yang mudah terbakar dalam jangkauan yang lebar, memiliki sensitivitas yang tinggi untuk LPG, propana, hidrogen, metana, dan gas yang mudah terbakar lainnya [11]. Sensor gas MQ2 memiliki harga yang relatif rendah, relatif stabil dan rangkaian yang sederhana.

### Penentuan Panjang Gelombang *Infrared*

Penentuan panjang gelombang dirujuk dari beberapa referensi yang telah melakukan uji coba terhadap bahan makan [12,13,14,15]. Hasil panjang gelombang terbaik yang dapat digunakan untuk mengamati tingkat kesegaran suatu bahan makanan adalah pada daerah *near infrared*. *Near infrared* memiliki rentang panjang gelombang dari 700 nm hingga 2500 nm. Cahaya *near infrared* menstimulasi getaran elektron terluar senyawa CH, NH, OH, dan SH. Berdasarkan hal tersebut maka diambil kesimpulan bahwa *near infrared* dapat digunakan sebagai alat pendeteksi kesegaran bahan makanan seperti bakso yang memiliki kandungan karbohidrat, protein, dan lemak (C, H, O, N) di dalamnya [16].

### Perancangan *Hardware*

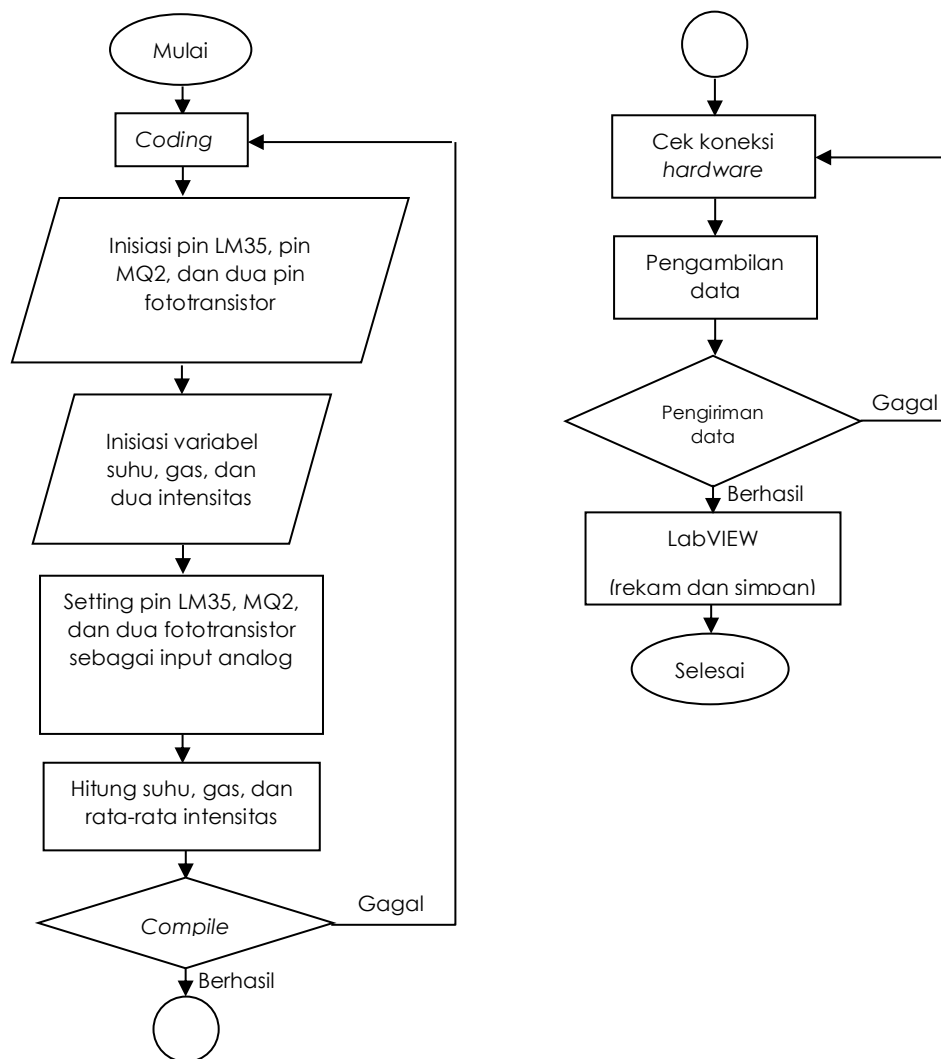
Sistem pendeteksi kesegaran bakso dilakukan dengan mendeteksi intensitas *infrared* yang diterima oleh fototransistor dan gas yang dikeluarkan dari bakso melalui sensor gas MQ2. Rangkaian sensor *infrared* terdiri dari sepasang LED *infrared* dan fototransistor. Sensor selanjutnya dihubungkan ke pin analog Arduino beserta sensor MQ2 dan LM35. Sensor LM35 difungsikan sebagai kontrol suhu di dalam ruang tertutup. Hasil keluaran ketiga sensor ini kemudian dimasukkan ke input analog Arduino Uno yang kemudian diubah dalam bentuk tegangan. Rangkaian ADC (*Analog Digital Converter*) yang terdapat pada mikrokontroler ini akan mengubah sinyal analog menjadi sinyal digital. Hasil konversi dari rangkaian ADC akan diproses menjadi bentuk bit dan ditampilkan dalam program LabVIEW 2016 sekaligus direkam. Skema perancangan *hardware* pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Skema rangkaian sistem pengolahan data alat pendeteksi kesegaran bakso

### Perancangan Software

Pada perancangan *software interface* digunakan LabVIEW 2016 sebagai *monitoring* dan rekam data dari sensor. *Compiler* mikrokontroler menggunakan bantuan *software* Arduino (IDE) 1.8.4. Diagram alir program yang ditulis pada mikrokontroler Arduino Uno untuk mendapatkan data terukur ketiga sensor dapat dilihat pada Gambar 2.



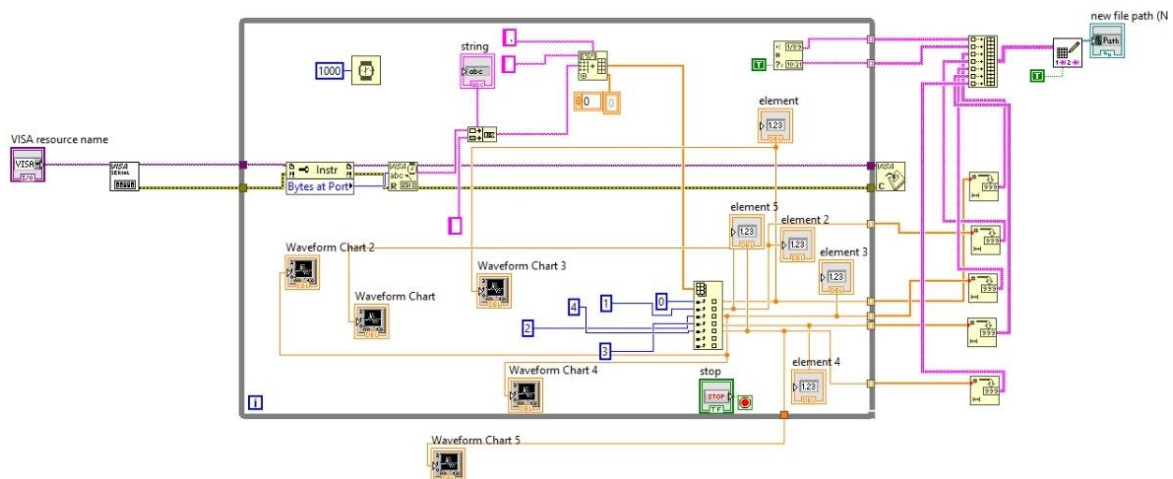
Gambar 2. Flowchart akuisisi data

Pada proses pengambilan data, data suhu yang didapatkan dari sensor LM35 masih dalam bentuk bit tegangan sehingga perlu dilakukan konversi. Hasil *output* mikrokontroler akan dikonversi dari satuan bit menjadi satuan derajat celcius dengan Persamaan 1.

$$T_c = \frac{500T_b}{1024} \tag{1}$$

dengan  $T_c$  adalah suhu dalam derajat Celcius dan  $T_b$  adalah suhu dalam bit.

Perancangan sistem *interface monitoring* dengan menggunakan LabVIEW dibuat sedemikian rupa menyerupai instrumen sebenarnya yang *user friendly*. Program yang dibuat berupa (1) inisialisasi port komunikasi serial sebagai input dengan tiga sensor yaitu fototransistor, sensor gas, dan sensor suhu; (2) pembacaan sensor; (3) pengaturan waktu cuplikan data yang diatur setiap 1,5 jam (*time sampling*); (4) menampilkan data dalam bentuk grafik; (5) menyimpan hasil pengukuran dengan format .txt. Diagram blok pemodelan alat pendeteksi kesegaran bakso dapat dilihat pada Gambar 3.



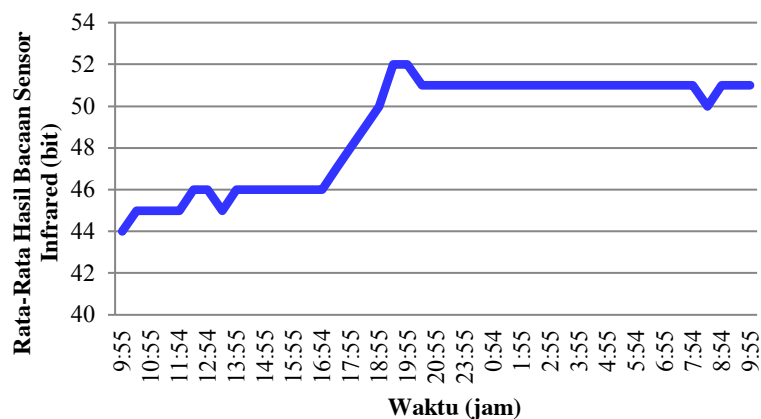
Gambar 3. Diagram blok pemodelan alat pendeteksi bakso menggunakan LabVIEW

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menghasilkan sebuah alat ukur untuk mendeteksi kesegaran bakso secara *real time* dengan bantuan mikrokontroler dan program LabVIEW sebagai sistem *interface monitoring*. Pengujian dilakukan untuk melihat seberapa jauh tingkat respon alat dalam mengukur kesegaran bakso.

### Hasil Sensor *Infrared* pada Bakso

.Perubahan masukan dari reflektansi *infrared* dilihat berdasarkan waktu pengukuran, hal ini dapat dilihat pada Gambar 7. Waktu yang digunakan dalam proses pengukuran adalah selama 24 jam dalam selang waktu 1,5 jam.



Gambar 7. Grafik hubungan hasil sensor *Infrared* terhadap waktu

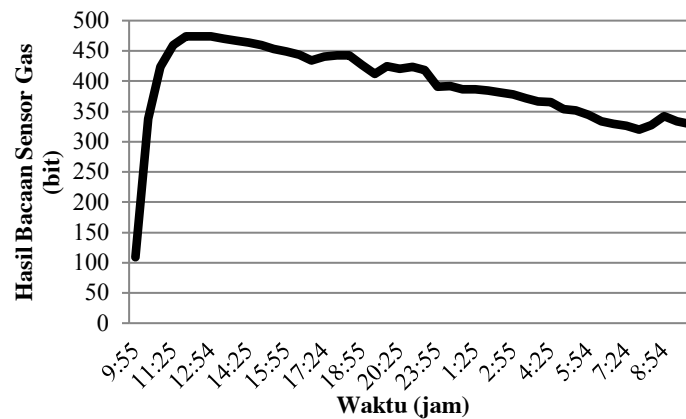
Secara umum, hasil bacaan sensor yang dihasilkan oleh sensor *infrared* mengalami kenaikan seiring dengan bertambahnya waktu pengukuran. Hasil bacaan ini merupakan konversi dalam bit dari tegangan. Semakin tinggi tegangan yang dihasilkan maka semakin rendah intensitas yang ditangkap oleh *receiver*. Hal ini sesuai dengan pemeriksaan alat pada sebelum pengambilan data. Saat *infrared* didekatkan pada fotodiode maka intensitas yang diterima semakin besar dan hasil bacaan Arduino tegangannya semakin mengecil. Hal ini berlaku pula sebaliknya.

Intensitas serapan menunjukkan tingkat kesegaran bakso. Semakin banyak intensitas yang diserap artinya semakin segar bakso. Semakin rendah intensitas, maka semakin mendekati busuk. Hal ini dibuktikan setelah dilakukan penelitian selama 24 jam terdapat kandungan air dalam bakso. Adanya kandungan air ini akan mengurangi hasil serapan intensitas karena sebagian intensitasnya diserap oleh air itu. Goldstein dan Penner menyatakan dalam penelitiannya bahwa air dapat menyerap intensitas *infrared* terutama pada suhu 27 hingga 209 derajat celcius [12].

Kenaikan tegangan yang dihasilkan oleh sensor *infrared* telah terjadi sejak awal dan mengalami kenaikan pada 3 jam pertama. Hal ini berarti telah terjadi penurunan tingkat kesegaran selama proses tersebut. Selanjutnya terjadi kenaikan secara signifikan terjadi pada sekitar waktu 17.00 hingga 20.00 atau sekitar 7-10 jam dari pengukuran bakso. Setelah itu bakso mengalami titik jenuh pada angka 51 bit. Hal ini dimungkinkan pada rentang waktu ini bakteri telah meningkat secara signifikan dan bakso telah mengalami penurunan kesegaran yang besar.

### Hasil Sensor Gas pada Bakso

Hasil bacaan yang dihasilkan oleh sensor gas dapat dilihat pada Gambar 8.



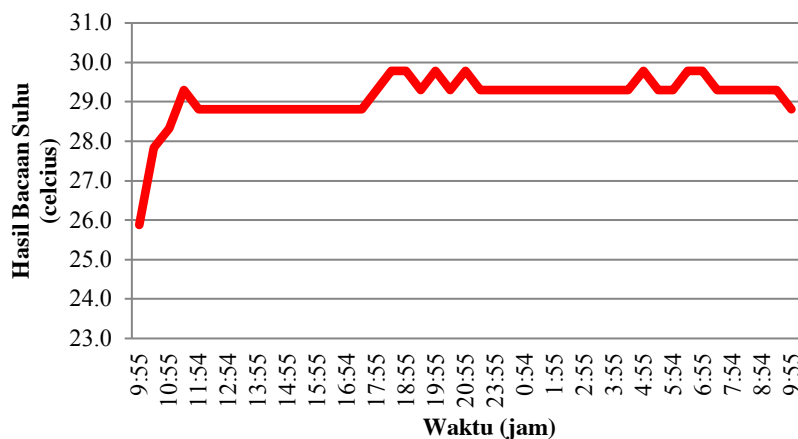
Gambar 8. Grafik hubungan hasil sensor gas terhadap waktu

Pada penelitian ini, juga digunakan sensor gas sebagai indikator adanya gas akibat pembusukan bakso. Dapat dilihat bahwa, pada awal pengukuran terdapat kenaikan hasil bacaan oleh sensor gas terhadap waktu pengukuran. Setelah mencapai titik tertentu, tegangan (bit) dari pengukuran kesegaran bakso mengalami penurunan secara perlahan. Meskipun terlihat adanya penurunan kadar gas, terlihat dari nilai tegangan (bit), tampak bahwa terdapat gas dibandingkan ketika kotak tidak berisi sampel. Sensor MQ2 ini dapat mendeteksi adanya  $H_2$ , gas LPG yang berupa senyawa hidrokarbon, metana, karbon monoksida, alkohol, asap, atau propane. Hal ini sesuai dengan yang dinyatakan oleh Horczvaczak bahwa terdapat keterkaitan pelepasan sejumlah gas dari gugus alkohol, senyawa hidrokarbon, dan lain-lain akibat adanya aktivitas bakteri saat terjadi pembusukan makanan [4].

Pada rentang waktu 13.00 hingga akhir pengukuran terjadi penurunan konsentrasi gas. Hal ini diakibatkan karena kurang rapatnya wadah yang digunakan sehingga ada beberapa gas yang keluar dari wadah. Selain itu hal ini dapat dikarenakan bakso yang sudah tepat jenuh atau tidak segar lagi sehingga bakso sudah tidak mengeluarkan gas.

### Hasil sensor Suhu

Sensor LM35 digunakan untuk mengukur suhu wadah. Hal ini digunakan sebagai control untuk melihat adakah pengaruh suhu terhadap hasil bacaan sensor *infrared* maupun sensor gas. Berdasarkan hasil pengukuran diperoleh grafik seperti pada Gambar 9.



Gambar 9. Grafik hubungan hasil suhu terhadap waktu

Bacaan sensor yang diperoleh didapatkan dalam bentuk bit. Hasil ini kemudian diubah menjadi derajat celcius menggunakan Persamaan 1. Dari hasil grafik suhu hampir menyerupai hasil bacaan *infrared* di mana grafik mengalami peningkatan kemudian sampai pada suhu sekitar 29-30 derajat celcius grafik mengalami titik jenuh. Dari hasil penelitian tidak didapatkan hubungan antara siang-malam dengan fluktuasi suhu. Hal ini dikarenakan sampel diuji dalam ruang tertutup dan kemungkinan paparan panas dari alat-alat yang ada mempengaruhi sensor LM35 ini.

Berdasarkan hasil bacaan dari ketiga sensor, diperoleh kemiripan antara hasil bacaan sensor gas MQ2 dan sensor suhu LM35 yaitu terjadi kenaikan data pada 3 jam terakhir. Hal ini menunjukkan telah adanya aktivitas pertumbuhan bakteri dalam bakso. Pada sensor *infrared* juga terlihat bahwa pada 3 jam awal terjadi kenaikan data. Namun, data yang paling ekstrim terjadi pada rentang waktu 7-10 jam sejak pengambilan data dimulai. Pada waktu ini sensor gas dan suhu sudah menunjukkan titik stabil atau jenuh. Hal ini dimungkinkan akibat bakteri telah mencapai titik jenuh.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Alat pendeteksi kesegaran bakso menggunakan sensor *infrared* telah berhasil dibuat sebagai alternatif alat pengukuran yang sederhana dan terjangkau. Alat ini menggunakan sensor *infrared* untuk menunjukkan perbedaan intensitas serapan pada bakso yang segar dan yang sudah tidak begitu segar, sensor gas MQ2 untuk mengetahui tingkat gas yang dikeluarkan bakso, serta sensor suhu LM35 sebagai kontrol. Berdasarkan penelitian bakso diduga mulai mengalami penurunan kualitas dalam waktu 3 jam. Proses pembusukan bakso terjadi pada rentang waktu 7-10 jam sejak pengambilan data.

Berdasarkan hasil uji coba, masih terdapat beberapa ketidakteelitian seperti hasil bacaan sensor gas yang menurun akibat adanya rongga pada wadah. Sehingga disarankan bagi penelitian selanjutnya untuk menggunakan wadah yang benar-benar tertutup. Alat pendeteksi ini dapat ditambahkan sensor kelembaban untuk mengetahui tingkat kelembaban dari bakso. Selain itu, alat uji coba ini dapat pula digunakan untuk mendeteksi bahan makanan selain bakso sehingga diharapkan dapat dilakukan perluasan manfaat dari alat ini.

## REFERENSI

1. M. Astawan, *Sehat dengan Hidangan Hewani*, Penebar Swadaya, Jakarta (2008).
2. L. Suprapti, *Membuat Bakso Daging dan Bakso Ikan*, Kanisius, Yogyakarta (2003).
3. S. Winarno, *Pembuatan Bakso Ikan dan Bakso Daging*, Penebar Swadaya, Jakarta (2006).
4. C. A. Acevedo, *et al*, *Modeling volatile organic compounds released by bovine fresh meat using an integration of solid phase microextraction and databases*. Food and Bioprocess Technology, **8** (6), 2557-2567 (2012).
5. Kim, S. Y., *et al*, *Prediction of warmed-over flavour development in cooked chicken by colorimetric sensor array*. Food Chemistry, **211**, 440-447 (2016).
6. E.G. Horczyczak, *et al*, *Application of Electronic noses in meat analysis*. Food Science and Technology, **36** (3), 389-395 (2016).

7. E. Ohashi, *et al*, *Semiconductive Trimethylamine Gas Sensor for Detecting Fish Freshness*. *Journal of Food Science*, **56** (5), 1275-1278 (1991).
8. S. Matindoust, *et al*, *Food quality and safety monitoring using gas sensor array in intelligent packaging*. *Sensor Review*, **36** (2), 169-183 (2016).
9. V. S. Kodogiannis, T. Pachidis, dan E. Kontogianni, *An Intelligent Based Decision Support System for the Detection of Meat Spoilage*, *Engineering Application of Artificial Intelligent*, **34**, 23-36 (2014).
10. C. Vichasilp dan S. Kawano, *Prediction of Starch Content in Meatballs using near infrared spectroscopy (NIRS)*. *International Food Research Jurnal*, **22** (4), 1501-1506 (2015).
11. Digiware Datasheet Sensor MQ2. Diakses dari <http://digiwarestore.com/en/gas/smoke-flammable-gas-sensor-mq-2-294046.html> (2015).
12. R. Goldstein, dan S. S. Penner, *The near-infrared absorption of liquid water at temperatures between 27 and 209°C*, *Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer*, **4** (3), 441-451 (1964).
13. H. Nilsen, M. Esaiassen, K. Heia, dan F. Sigernes, *Visible/near-infrared spectroscopy: A new tool for the evaluation of fish freshness*, *Journal of Food Science* **67** (2002).
14. Q. Chen, J. Cai, X. Wan, dan J. Zhao, *Application of linear/non-linear classification algorithms in discrimination of pork storage time using Fourier transform near infrared (FT-NIR) spectroscopy*, *LWT - Food Science and Technology*, **44** (2011).
15. R. Grau, *et al*, *Nondestructive assessment of freshness in packaged sliced chicken breasts using SW-NIR spectroscopy*, *Food Research International*, **44** (2011).
16. Sulistiyani, *Pengaruh Penggunaan Jamur Kuping (Auricularia Auricula) Sebagai Bahan Pensubstitusi Daging Sapi Terhadap Komposisi Proksimat Dan Daya Terima Bakso*, Skripsi, Universitas Muhammadiyah Surakarta (2015).