

## RANCANG BANGUN SISTEM *MONITORING* GAS ALKOHOL PADA FERMENTASI KETAN BERBASIS SENSOR *TGS 2620*

Maulana Kussuma Negara<sup>1)</sup>, Rahadi Wirawan<sup>1)</sup>, Nurul Qomariyah<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Program Studi Fisika, FMIPA, Universitas Mataram, Mataram, NTB, Indonesia

Corresponding author :Nurul Qomariyah

E-mail : nurulqomariyah@unram.ac.id

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem *monitoring* gas alkohol pada proses fermentasi ketan berbasis sensor *TGS 2620*. Sistem *monitoring* terdiri dari sensor *TGS 2620*, modul *Arduino Uno*, modul *Data Logger* dan wadah fermentasi. Pengujian sistem menggunakan variasi ragi 0,5%, 1,0%, dan 1,5 % pada 100 gram ketan dengan waktu *monitoring* selama tiga hari. Sistem *monitoring* memiliki karakteristik akurasi pengukuran 98,33%, tingkat presisi 99,79%, *warmup* selama 3,75 menit, dan *response time* 10,83 menit. Hasil *monitoring* konsentrasi alkohol menunjukkan bahwa kadar alkohol semakin meningkat seiring meningkatnya kadar ragi dan waktu inkubasi. Kadar alkohol terukur antara 0,73% sampai 1,63%.

**Kata kunci:** sensor *TGS 2620*; fermentasi; *monitoring*.

### ABSTRACT

This study aims to design a monitoring system for alcohol gas in the glutinous rice fermentation process based on the TGS 2620 sensor. The monitoring system consists of the TGS 2620 sensor, the Arduino Uno module, the Data Logger module, and the fermentation container. Testing the system using yeast variations of 0.5%, 1.0%, and 1.5% on 100 grams of glutinous rice with three days of monitoring time. The monitoring system has the characteristics of a 98.33% accuracy level, a precision level of 99.79%, heating 3.75 minutes, and response time of 10.83 minutes. The results of monitoring the alcohol concentration showed that the alcohol content increased with the increasing yeast level and incubation time.. A measured alcohol content is about 0.73% to 1.63%.

**Keywords:** sensor TGS 2620; fermentation; monitoring.

### PENDAHULUAN

Proses fermentasi pada pembuatan tape ketan merupakan pencampuran bahan dasar berupa beras ketan dengan ragi sebagai agen fermentasi (Cahyadi, 2006). Pada proses tersebut dihasilkan alkohol yang kadarnya bergantung jumlah ragi yang diberikan dan lamanya proses fermentasi (Berlian et al., 2016). Kandungan alkohol pada tape ketan harus memenuhi regulasi Permenkes RI No. 86/Menkes/Per/IV/1997 (Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 86/Men,Kes/PER/IV/1997 Tentang Minuman Keras, 2018) dimana kadar alkohol (etanol) kurang dari 5%. Adanya batasan kandungan alkohol dalam suatu makanan mengakibatkan perlu dilakukannya pengukuran alkohol pada tape ketan.

Pengukuran kadar alkohol pada tape ketan umumnya dilakukan secara manual menggunakan Alkoholmeter. Menurut Putri (Putri, 2007), rata-rata kadar alkohol yang terkandung di dalam tape ketan setelah proses inkubasi selama tiga hari berkisar 1,4%-1,9%. Sedangkan menurut Zainal Berlian, dkk.

(Berlian et al., 2016) perubahan kadar alkohol pada proses fermentasi semakin meningkat seiring dengan penambahan konsentrasi ragi. Pengukuran perubahan kadar alkohol pada proses fermentasi ketan harus dilakukan secara *real time*. Oleh karenanya, pengukuran secara manual kurang efektif dalam memonitoring kandungan alkohol. Pengukuran *real time* memerlukan perangkat monitoring yang mampu merekam perubahan kadar alkohol yang terbentuk dalam proses fermentasi.

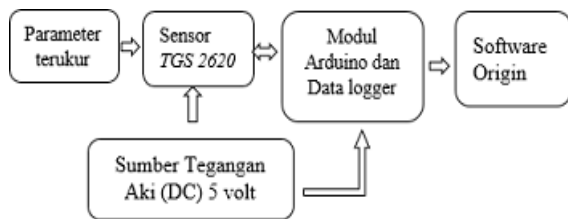
Perancangan sistem *monitoring* kadar alkohol pada proses fermentasi tape ketan dapat memanfaatkan sensor-sensor pendeteksi alkohol. Sensor yang digunakan antara lain, sensor *TGS 2620* dan *MQ-3* (Rohmanto, 2014; Satria & Wildan, 2013). *Monitoring* alkohol pada proses fermentasi tape telah dilakukan oleh Abdillah (Abdillah, 2016), alat tersebut mampu mendeteksi kandungan alkohol dengan rata-rata *error* pengukuran sebesar 3,6%. Antika (Antika et al., 2018) telah membandingkan unjuk kerja antara kedua sensor tersebut. Hasil yang didapatkan menunjukkan akurasi sensor *TGS 2620* lebih

tinggi dibandingkan dengan sensor MQ-3. Selain itu, sensor TGS 2620 memiliki harga yang relatif terjangkau (Figaro, 2003).

Penelitian ini berfokus pada perancangan sistem monitoring gas alkohol pada proses fermentasi ketan berbasis sensor TGS 2620.

### METODE PENELITIAN

Sistem *monitoring* alkohol berbasis sensor TGS 2620 merupakan sensor *resistive* dan memiliki sensitivitas cukup baik terhadap pendeteksian alkohol. Terdapat empat komponen utama penyusun sistem *monitoring* gas alkohol pada fermentasi ketan yaitu sensor TGS 2620, Modul Arduino UNO dengan mikrokontroler AtMega328P, Modul Data Logger, dan wadah fermentasi ketan. Sensor TGS 2620 pada sistem berfungsi sebagai *monitoring* gas alkohol pada proses fermentasi. Mekanisme kerja dari sistem monitoring gas ini yaitu sensor TGS 2620 mendeteksi gas alkohol yang dihasilkan pada saat fermentasi berlangsung dengan keluaran berupa nilai ADC. Disain sistem ditampilkan dalam blok diagram pada Gambar 1.

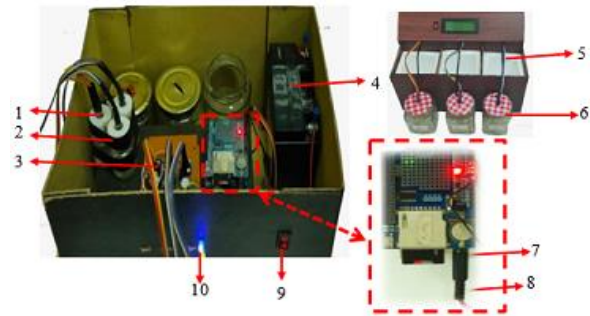


Gambar 1. Diagram blok sistem pendeteksi gas alkohol.

Nilai ADC yang terbaca pada sensor akan dikonversi menjadi persentase kadar alkohol berdasarkan fungsi kalibrasi. Fungsi kalibrasi tersebut diperoleh dari hasil pengukuran konsentrasi menggunakan alat standar alkoholmeter. Akuisisi data dilakukan setiap rentang waktu 5 menit selama 3 hari yang telah terprogram dalam *sketch Arduino*.

Pada sistem terdapat tiga buah sensor yang pengoperasiannya dilakukan secara bersamaan untuk *me-monitoring* kandungan alkohol pada masing-masing variasi ragi yang digunakan. Modul *Arduino Uno* dan *Data Logger* berfungsi sebagai perangkat pengendali sistem dan perekam data *real time* pada saat fermentasi berlangsung. Sementara wadah fermentasi berupa wadah tertutup berbahan kaca yang ditempatkan di dalam kotak *styrofoam*. Penggunaan kotak *styrofoam* difungsikan sebagai isolasi untuk mengurangi pengaruh suhu dari luar sistem. Desain

perangkat sistem *monitoring* gas alkohol dapat dilihat pada Gambar 2.



Keterangan Gambar:

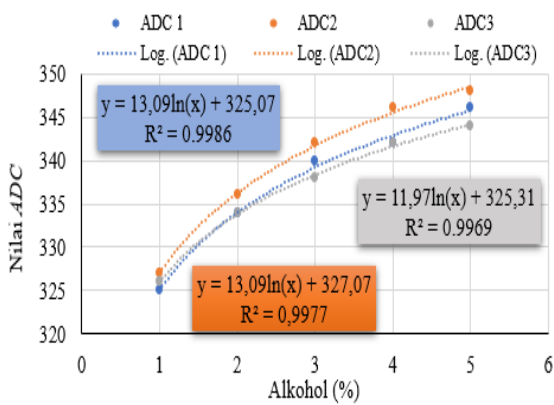
- |                           |                            |
|---------------------------|----------------------------|
| 1. Sensor TGS 2620        | 6. Wadah sampel uji        |
| 2. Wadah Kalibrasi        | 7. Data Logger             |
| 3. Rangkaian Dasar Sensor | 8. Tegangan sumber Arduino |
| 4. Aki                    | 9. Saklar                  |
| 5. Kotak styrofoam        | 10. LED                    |

Gambar 2. Perangkat sistem monitoring gas alkohol.

Proses kalibrasi sistem pendeteksi gas alkohol dilakukan dengan membandingkan data pembacaan sampel menggunakan Alkoholmeter. Terdapat lima variasi sampel larutan alkohol yang digunakan yaitu 1%, 2%, 3%, 4%, dan 5%. Proses pengalibrasian sistem dilakukan dengan cara mendekatkan sensor  $\pm 2$  cm dari sampel larutan alkohol selama 17 menit, sehingga didapatkan hasil pembacaan sensor terhadap kelima sampel larutan. Performa sensor dalam *me-monitoring* kadar alkohol selama proses inkubasi dilihat dari nilai akurasi, presisi, lama waktu pemanasan, dan waktu respon selama pengukuran. Perubahan kandungan gas alkohol ketika proses fermentasi dilakukan pada tiga variasi sampel ragi yang di berikan yaitu 0,5%, 1,0%, dan 1,5% pada 100 gram ketan

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembacaan sensor TGS 2620 terhadap kadar alkohol selama proses fermentasi berupa nilai ADC. Hubungan perubahan nilai ADC dengan persentase kadar alkohol dapat dimodelkan melalui pendekatan kurva logaritmik (Aditama et al., 2020), sehingga didapatkan fungsi alih. Fungsi alih tersebut digunakan sebagai fungsi konversi antara nilai ADC dengan persentase alkohol, sehingga sistem akan mampu membaca konsentrasi alkohol secara langsung. Hubungan pembacaan nilai sensor TGS 2620 dengan alkoholmeter sebagai alat ukur standar ditampilkan pada Gambar 3.

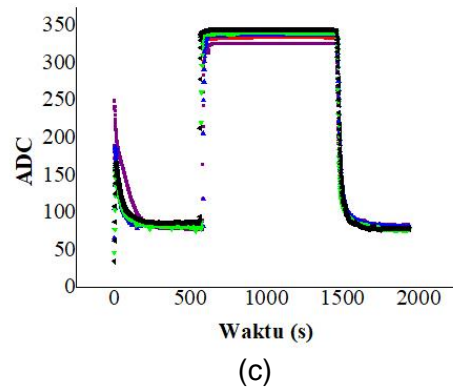
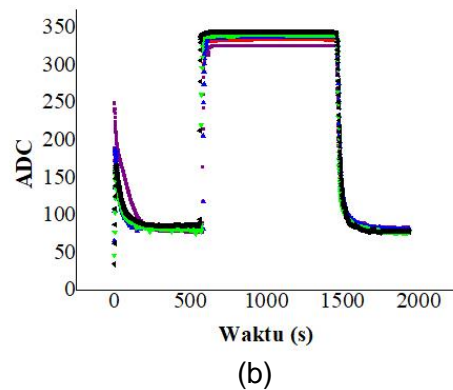
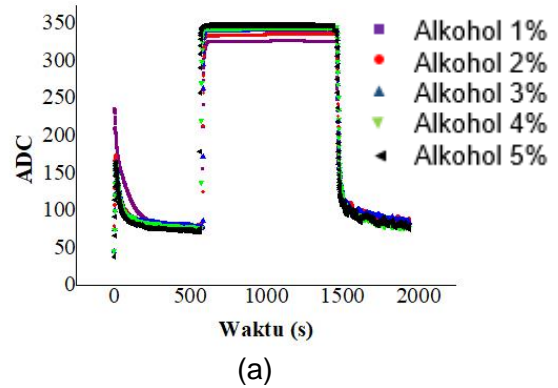


**Gambar 3.** Grafik hubungan persentase alkohol dengan nilai ADC.

Proses pendeteksian alkohol oleh sensor yaitu dengan cara membaca hasil perubahan resistivitas yang di wakikan oleh nilai *ADC*. Nilai *ADC* yang terbaca akan berbanding lurus dengan kadar gas alkohol yang diterima oleh sensor. Semakin tinggi kadar gas yang terbaca menyatakan bahwa sensor mengalami reaksi oksidasi sehingga konduktivitas meningkat, dan resistivitas akan berkurang.

Gambar 4 menunjukkan grafik pendeteksian gas alkohol pada ketiga sensor yang digunakan. Ketika sensor dalam keadaan *base line* (belum diberikan alkohol) pembacaan nilai *ADC* akan berfluktuasi. Hal tersebut dikarenakan sensor memerlukan waktu pemanasan (*warmup*) selama beberapa saat sebelum sensor dapat beroperasi secara baik. Pada saat pemberian sampel, nilai *ADC* untuk semua sensor akan meningkat sesuai dengan konsentrasi larutan yang digunakan. Sedangkan, pada saat sensor dijauhkan dari sampel larutan, nilai *ADC* sensor akan kembali menurun (*recovery time*) hingga pada kondisi awal (Aditama et al., 2020).

*Response time* merupakan waktu yang dibutuhkan sensor untuk dapat membaca suatu data (*ADC*) pada saat sensor diberikan sampel larutan. Dalam hal ini, penentuan *Response time* sensor TGS 2620 ditentukan pada saat sensor membaca nilai *ADC* maksimum. Hasil yang didapatkan yaitu untuk setiap konsentrasi alkohol memiliki *Response time* yang berbeda-beda. Konsentrasi alkohol yang tinggi akan menghasilkan *Response time* semakin cepat.



**Gambar 4.** Pendeteksian gas alkohol pada Sensor: a) Sensor 1, b) Sensor 2, c) Sensor 3.

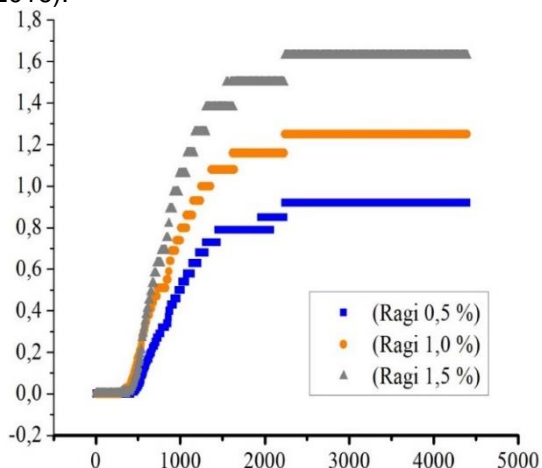
Akurasi sensor pada masing-masing sensor adalah sebagai berikut: Sensor 1 memiliki akurasi sebesar 98,33%, Sensor 2 memiliki akurasi sebesar 98,28%, dan Sensor 3 memiliki akurasi sebesar 96,29 %. Data tersebut menunjukkan sensor memiliki akurasi yang tinggi pada pembacaan konsentrasi gas alkohol. Sedangkan untuk penentuan presisi sensor didapat dengan cara *me-monitoring* sampel larutan kalibrasi selama kurang lebih 15 menit, dan diperoleh nilai presisi data tidak jauh berbeda untuk masing-masing sensor yaitu: Sensor 1 sebesar 99,79%, Sensor 2 sebesar 99,77% , dan Sensor 3 dengan presisi data sebesar 99,74%. Adapun waktu pemanasan

untuk sistem monitoring alkohol selama 3,75 menit (Gambar 5). Sensor yang terdapat pada sistem *monitoring* alkohol akan stabil setelah melewati waktu pemanasan tersebut. Oleh karena itu pengambilan data untuk *monitoring* kandungan alkohol pada fermentasi ketan dilakukan pemanasan sensor dengan selang waktu tersebut.

### Monitoring Kandungan Alkohol pada Proses Fermentasi

Dilakukan pengukuran kadar alkohol dengan sistem *monitoring* berbasis sensor TGS 2620 selama proses fermentasi ketan dengan jangka waktu inkubasi tape selama 3 hari. Terdapat tiga variasi sampel tape ketan, dengan masing-masing tape diberikan persentase kandungan ragi yang berbeda-beda (0,5 %, 1,0 % dan 1,5%) pada 100 gram ketan. Hasil pengujian sistem *monitoring* alkohol pada fermentasi ketan pada penelitian ini ditampilkan setiap 5 menit yang telah diatur pada program *Arduino*).

Pada Gambar 5 dapat diketahui bahwa pada sampel dengan persentase ragi yang tinggi akan mampu menghasilkan kadar alkohol yang relatif lebih cepat. Pada penelitian ini sampel tape ketan yang diberikan ragi terbanyak mampu menghasilkan gas alkohol tercepat yaitu saat waktu inkubasinya adalah 3,9 jam yang didapatkan pada sampel dengan jumlah ragi 1,5%. Hal ini disebabkan karena kandungan ragi yang semakin banyak memiliki bakteri sebagai agen fermentasi yang semakin banyak pula, sehingga menghasilkan waktu reaksi fermentasi yang lebih cepat (Berlian et al., 2016).



Gambar 5. Grafik Perubahan Persentase Alkohol Terhadap Waktu inkubasi.

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa fermentasi ketan memerlukan total waktu inkubasi secara keseluruhan yaitu 37,25 jam untuk mendapatkan hasil persentase alkohol

yang konstan hingga batas akhir waktu inkubasi yang telah ditentukan. Fenomena ini diduga terjadi karena selama proses inkubasi mikroorganisme *Saccharomyces cerevisiae* yang digunakan pada fermentasi ketan berada pada fase stasioner (Hikmah, 2018). Fase stasioner merupakan fase pertumbuhan dan kematian bakteri terjadi secara seimbang sehingga berdampak pada kandungan alkohol yang relatif akan bernilai konstan seperti yang ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Pengaruh Waktu Inkubasi dan Persentase Ragi Terhadap Kadar Alkohol yang dihasilkan.

No.	Waktu Inkubasi (jam)	Kadar Alkohol (%) Ragi		
		0,5%	1 %	1,5%
1.	24	0.73	1.08	1.38
2.	38	0.92	1.25	1.63
3.	72	0.92	1.25	1.63

Adapun karakteristik persentase kadar alkohol yang dihasilkan pada proses fermentasi ketan (Tabel 1) menunjukkan bahwa pada saat sampel diinkubasi selama 24-37 jam sampel tersebut mengalami peningkatan persentase alkohol, namun ketika waktu inkubasi 38-72 jam, sampel tersebut tidak lagi mengalami peningkatan persentase alkohol dan cenderung memiliki nilai yang konstan atau pada fase stasioner.

### SIMPULAN DAN SARAN

Sistem *monitoring* kandungan gas alkohol pada fermentasi ketan berbasis sensor TGS 2620 pada *Arduino Uno* dan modul *Data Logger* mampu mendeteksi kadar alkohol. Adapun karakteristik sensor TGS 2620 yang digunakan memiliki akurasi 98,33%, presisi sebesar 99,79%, *warmup* selama 3,75 menit, dan *response time* 10,83 menit. Hasil *monitoring* kandungan alkohol pada fermentasi ketan yaitu kadar alkohol akan semakin tinggi seiring dengan penambahan ragi dan waktu inkubasi yang diberikan. Kadar alkohol terukur antara 0,73% sampai 1,63%.

### DAFTAR RUJUKAN

- Abdillah, M. N. (2016). *Rancang Bangun Alat Pendeteksi Kualitas Tape Singkong dengan Sensor MQ3 dan Sensor LDR Berbasis fuzzy logic*. Universitas Jember.
- Aditama, F. A., Zulfikri, L., Mardiana, L., Mulyaningsih, T., & Qomariyah, Nurul Wirawan, R. (2020). Electronic nose sensor development using ANN backpropagation for Lombok Agarwood classification. *Res. Agr. Eng.*
- Antika, E., Susmiati, Y., & Nuha, F. U. (2018).

- Perbandingan Alat Baca Kadar Bioetanol. *Konferensi Nasional Sistem Informasi 2018*.
- Berlian, Z., Aini, F., & Ulandari, R. (2016). Kadar Alkohol Pada Tapai Ketan Putih Dan Singkong. *Jurnal Biota*.
- Cahyadi, W. (2006). *Analisis dan Aspek Kesehatan Bahan Tambahan Pangan*. Bumi Aksara.
- Figaro, G. (2003). *General Information for TGS Sensors*. Figaro Engineering Inc.
- Hikmah, J. (2018). *Pengaruh pH dan Suhu Terhadap Aktivitas Antibakteri Bekatul Terfermentasi Oleh Rhizopus Oryzae*. Universitas Islam Negeri Malang.
- Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 86/Men,kes/PER/ IV/1997 tentang Minuman Keras, (2018).
- Putri, Y. N. (2007). *Mempelajari Pengaruh Penyimpanan Tape Ketan Terhadap Daya Terima Konsumen*. Institut Pertanian Bogor.
- Rohmanto. (2014). *Penerapan Sensor TGS 2620 sebagai Pendeteksi Kadar Alkohol pada Produk Pangan Berbasis Mikrokontroler ATMEGA8535*. Universitas Lampung.
- Satria, V. A., & Wildan. (2013). Rancang Bangun Alat Ukur Kadar Alkohol Pada Cairan Menggunakan Sensor MQ-3 Berbasis Mikrokontroler AT89S51. *Jurnal Fisika Unand*.