

Pengaruh Larutan Garam dan Cuka Terhadap Laju Pelepasan Formalin Dalam Tahu

Asnin Nur Salamah^{1,a)}, Putri Mustika Widartiningsih^{1,b)}, Nikodemus Umu Janga Hauwali¹ Mohammad Hamdan¹, Saudiah Mawaddah¹ dan Hendro²

¹Departemen Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Bandung,
Jl. Ganesha no. 10 Bandung, Indonesia, 40132

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

^{a)}asnin.nursalamah@gmail.com (corresponding author)

^{b)}putrimw.itb@gmail.com

Abstrak

Formalin sebagai zat berbahaya kerap disalahgunakan untuk pengawet makanan. Agar terhindar dari bahaya, diperlukan metode yang optimal untuk menghilangkan kandungan formalin dalam makanan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perendaman larutan garam dan cuka terhadap laju pelepasan formalin dari sampel tahu yang mengandung formalin. Penelitian dilakukan melalui perendaman tahu berformalin dalam air, larutan garam dan larutan cuka selama 4 jam. Untuk mengetahui laju pelepasan formalin dilakukan pemanasan tahu bersama tiga jenis larutan dimana pengukuran menggunakan sensor HCHO untuk mendeteksi penurunan kadar atau konsentrasi formalin, serta sensor LM35 untuk mengamati perubahan suhu. Dari pengukuran diperoleh hubungan eksponensial dari perubahan suhu terhadap perubahan konsentrasi formalin, serta pengaruh larutan garam dan larutan cuka terhadap laju pelepasan formalin. Dari hasil penelitian dapat diketahui larutan yang paling efektif untuk menghilangkan formalin berdasarkan laju pelepasan formalin yang paling besar.

Kata-kata kunci: Cuka, Formalin, Garam, Tahu, Sensor gas HCHO

PENDAHULUAN

Keamanan pangan di Indonesia begitu memprihatinkan, berdasarkan penelitian Badan Pengawas Obat dan Makanan Indonesia, penggunaan formalin marak ditemukan pada beberapa bahan makanan. Salah satunya pada tahu yang komponen utamanya berupa protein dan air, bersifat mudah rusak serta mudah membusuk dalam beberapa hari. Dengan tujuan mencari keuntungan dan membuat tahu bertahan lama, banyak oknum yang menggunakan formalin sebagai bahan pengawet. Sedangkan formalin merupakan senyawa beracun yang berbahaya bagi tubuh manusia. Untuk itu diperlukan upaya dalam mencegah atau meminimalisir konsumsi tahu yang mengandung formalin dengan cara menghilangkan kandungan formalin di dalamnya.

Berdasarkan latar belakang tersebut, dilakukanlah penelitian yang bertujuan untuk memperoleh metode yang optimal untuk menghilangkan kandungan formalin di dalam tahu, yaitu dengan mengetahui pengaruh perendaman larutan garam dan cuka terhadap laju pelepasan formalin dari sampel tahu yang mengandung formalin. Mekanisme penelitian dilakukan melalui perendaman tahu berformalin dalam air, larutan garam dan larutan cuka selama 4 jam. Untuk mengetahui laju pelepasan formalin dilakukan pemanasan tahu bersama tiga jenis larutan dimana pengukuran menggunakan sensor HCHO untuk mendeteksi penurunan kadar atau konsentrasi formalin, serta sensor LM35 untuk mengamati perubahan suhu. Untuk mendapatkan data, sensor dihubungkan ke mikrokontroler ATMega 328, kemudian terbaca berupa data suhu dan ppm formalin pada monitor IDE mikrokontroler tersebut.

Karakteristik Formalin

Formaldehid (HCHO) merupakan senyawa kimia aldehid yang berasal dari oksidasi hidrokarbon atau metanol. Senyawa ini berwujud gas tidak berwarna dengan bau yang sangat menyengat. Sebagai salah satu *volatile organic compounds* (VOCs) yaitu senyawa kimia yang mudah menguap, ikatan kimia formaldehid pada umumnya akan melemah selama beberapa jam di udara, namun mudah berikatan dengan senyawa air walaupun tidak bertahan lama. Ketika formaldehid terlarut dalam air, terbentuklah larutan yang disebut formalin. Formalin yang berupa larutan kimia organik mengandung 37% formaldehid, 15% methanol dan air. Formalin yang merupakan aldehid reduktor kuat bersifat sangat reaktif, mudah teroksidasi, dan sangat mudah berikatan dengan senyawa protein. Formalin seringkali dimanfaatkan untuk pengawetan zat organik hingga disalahgunakan sebagai pengawet bahan makanan seperti pada tahu. Sedangkan formalin dikategorikan sebagai *standardized chemical allergen* yaitu bahan kimia berbahaya dan mengandung racun yang menimbulkan efek serius pada kesehatan tubuh manusia. Formalin mudah terurai jika dipanaskan dan akan melepaskan asam formiat. Titik didih formalin pada suhu 101°C, di atas suhu tersebut formalin mengalami penguapan, sedangkan kelarutan dalam air pada suhu 20°C sebesar 4×10^5 mg/L. Karakteristik formalin saat pemanasan tersebut dapat dimanfaatkan sebagai salah satu metode untuk menghilangkan formalin pada bahan makanan.

Karakteristik garam dan kenaikan titik didih larutan garam

Sodium chloride (NaCl) atau garam merupakan senyawa ion yang terbentuk secara alami dari reaksi penetralan asam dan basa. Senyawa yang terbentuk berupa metal halida berwujud kristal putih padat dengan komponen dominan terdiri dari sodium dan klorida. Ketika garam terlarut di dalam air, ikatan ion lepas secara total sehingga membentuk ion-ion bermuatan positif dan negatif. Kelarutan NaCl pada air sangat besar hampir seperti formaldehid atau dengan kata lain garam mudah larut dalam air yaitu $3,57 \times 10^5$ mg/L, hingga terbentuk larutan tepat jenuh dimana zat terlarutnya tepat berada pada batas maksimum. Sifat larutan garam tersebut difungsikan sebagai pelarut protein dan dapat meningkatkan daya ikat protein. Garam dikategorikan sebagai bahan aman untuk makanan. Garam merupakan elektrolit kuat dimana titik didih larutan garam lebih besar dibandingkan titik didih air pada 100°C, sesuai dengan eksperimen Rault dimana kenaikan titik didih larutan akan semakin besar apabila konsentrasi zat terlarut semakin besar, karenanya titik didih larutan lebih besar dibandingkan dengan titik didih pelarut murni. Titik didih larutan dipengaruhi oleh molalitas dan derajat ionisasi jenis larutan sesuai persamaan berikut :

$$Tb \text{ larutan} = \Delta Tb + Tb \text{ pelarut murni} \quad (1)$$

$$\Delta Tb = m \times Kb \times i \quad (2)$$

Dimana,

ΔTb = kenaikan titik didih (°C)

Kb = tetapan kenaikan titik didih molal (°C/M)

m = molalitas (M)

i = faktor Vant Hoff $i = 1 + (n - 1)\alpha$, dimana (α) derajat ionisasi larutan, α elektrolit kuat=1, α nonelektrolit=0, elektrolit lemah $0 < \alpha < 1$

Karakteristik Cuka

Asam asetat (CH_3COO^-) merupakan senyawa kimia organik berupa asam karboksilat paling sederhana hasil dari oksidasi etanol dan distilasi. Senyawa berasa asam dan berbau menyengat. Asam asetat terlarut dengan mudah dengan pelarut polar dan nonpolar seperti air. Asam asetat yang terlarut dalam air membentuk asam lemah (CH_3COOH). Asam cuka mengandung komponen utama yang terdiri dari air dan 3-9% volume asam asetat. Karakteristik tersebut dimanfaatkan industri sebagai reagen dan pengontrol keasaman. Sesuai dengan persamaan (2) di atas, perbedaan titik didih pada larutan garam dan cuka dipengaruhi oleh molalitas dan derajat ionisasi, dimana asam cuka adalah larutan elektrolit lemah yang memiliki derajat ionisasi lebih rendah dibandingkan elektrolit kuat seperti garam, titik didih asam asetat pada suhu 118,1°C, dan di atas suhu tersebut asam asetat mengalami penguapan.

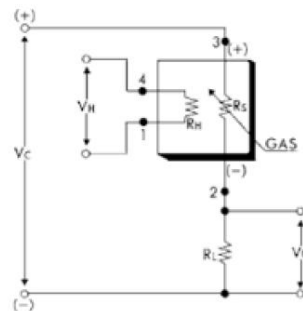
Karakteristik Sensor HCHO

Sensor HCHO merupakan modul sensor semikonduktor untuk mendeteksi dan mengukur gas *volatile organic compounds* (VOCs) seperti *formaldehyde* di udara. Prinsip kerja sensor HCHO dimana konduktivitas berubah

berdasarkan konsentrasi gas. Sensor dapat mendeteksi gas dengan konsentrasi hingga 50 ppm, dengan spesifikasi tegangan pada rentang 5.0 V hingga 0.3 V serta sensitifitas R_s udara (10 ppm HCHO) ≥ 5 .



gambar 1. Sensor gas HCHO



gambar 2. Rangkaian pembagi tegangan

Cara kerja sensor gas dapat dijelaskan melalui skema rangkaian pembagi tegangan seperti pada gambar 2. Ketika rangkaian sensor diberi tegangan (V_c), ruang pemanas sensor akan aktif dan bereaksi dengan gas target yang menyebabkan berkurangnya nilai hambatan pemanas (R_H), yang selanjutnya mempengaruhi nilai hambatan total sensor (R_S) yang berkurang secara keseluruhan, sehingga mengakibatkan nilai tegangan keluaran sensor (V_L) bertambah. Nilai V_L yang akan dikonversi ke satuan ppm, dapat dihitung menggunakan persamaan:

$$V_L = \frac{R_L}{R_L + R_S} \times V_C \quad (3)$$

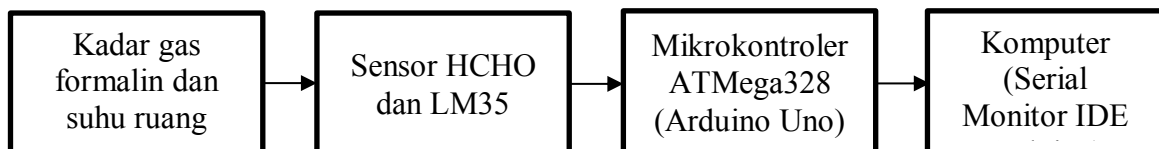
Dimana,

- V_L = tegangan beban (Volt)
- V_c = tegangan sumber (Volt)
- R_L = hambatan beban (Ohm)
- R_s = hambatan total sensor (Ohm)

Nilai ppm berbanding terbalik dengan kadar formalin yang masih terkandung di dalam tahu. Ketika gas formalin terdeteksi, nilai konduktivitas material semikonduktor naik yang menyebabkan hambatan menurun, sehingga nilai tegangan naik. Semakin tinggi nilai ppm yang terukur, maka semakin besar kadar pelepasan formalin yang terukur.

METODE EKSPERIMEN

Pengukuran kadar formalin yang tersisa dalam sampel tahu ialah melalui pengukuran formalin yang menguap melalui pemanasan. Formalin diperoleh dari toko bahan kimia TnT dan cuka yang digunakan bermerek DIXI dijual bebas di pasaran. Seluruh sampel diberi formalin dengan jumlah yang sama pada kondisi awal, yaitu campuran formalin 20ml dan air 200ml kemudian direndam selama 4 jam. Saat sampel dipanaskan, formalin akan menguap dan terbaca oleh sensor. Semakin besar konsentrasi gas formalin yang terbaca, maka semakin banyak kandungan formalin yang terlepas dari sampel. Satu buah sensor HCHO digunakan untuk mengukur konsentrasi gas formalin dan satu buah sensor LM35 untuk mengukur suhu ruang pemanasan. Metode pengukuran ini dijelaskan melalui diagram blok pada gambar 3.



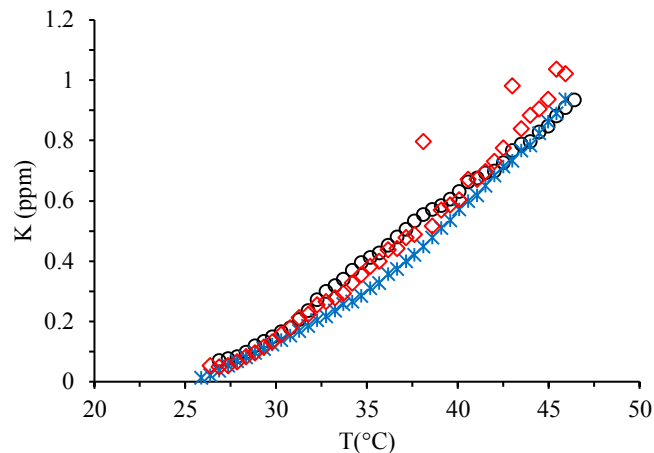
Gambar 3. Diagram blok pengukuran.

Untuk memperoleh data pengukuran gas formalin yang optimal, sensor gas HCHO diposisikan menghadap ke bawah di bagian tengah dari tutup bejana pemanas. Sensor gas HCHO diletakkan berdampingan dengan sensor suhu LM35. Kedua sensor ini dihubungkan ke mikrokontroler ATmega 328 melalui Arduino Uno dengan tegangan input VCC 5V. Rangkaian instrumentasi dalam pekerjaan ini ditunjukkan pada gambar 3.

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pengukuran formalin pada larutan

Respon sensor gas HCHO mendeteksi keberadaan formalin yang hampir sama dari ketiga jenis larutan pada suhu di bawah 32°C. Hasil ini ditunjukkan pada gambar 6. Kadar gas formalin tertinggi diperoleh dari larutan formalin/air pada suhu 32 – 40°C. Saat suhu melebihi 40°C, kadar gas formalin tertinggi diperoleh dari larutan formalin/cuka/air. Rata-rata kadar gas formalin yang terdeteksi sensor untuk formalin dalam air, garam/air, dan cuka/air berturut-turut 0.464 ppm, 0.393 ppm, dan 0.465 ppm. Penguapan formalin paling banyak terjadi pada larutan formalin dengan cuka namun membutuhkan waktu yang lebih lama untuk melepaskan formalin secara optimal. Penguapan formalin lebih cepat terjadi pada campuran formalin dengan air.

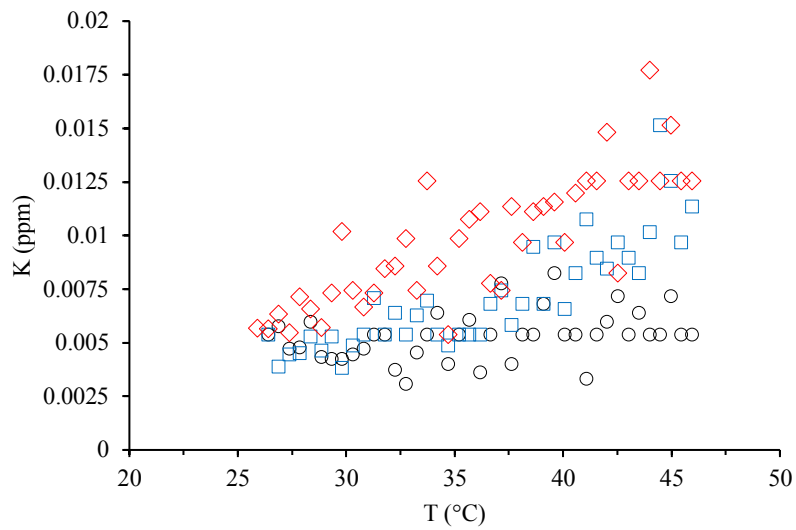


Gambar 6. Perubahan konsentrasi gas formalin dari larutan (O) formalin/air, (*) formalin/air/garam, dan (◇) formalin/air/cuka.

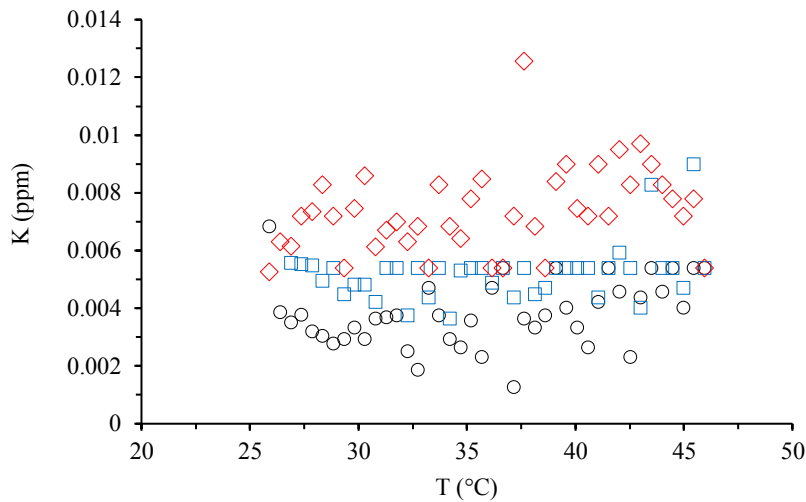
Hasil dari percobaan menggunakan tahu yang telah direndam larutan formalin selama 4 jam ditunjukkan pada gambar 7.a. Pemanasan tahu dilakukan dengan menambahkan air (O), garam/air (□), dan cuka/air (◇). Selama pemanasan, tahu yang diberi larutan cuka memberikan kadar gas formalin yang paling besar, kemudian larutan garam dan air. Tahu berformalin yang diberi air 200 ml tidak memberikan peningkatan kadar gas formalin yang signifikan, bahkan cenderung stabil saat dipanaskan. Tahu berformalin yang diberi larutan garam dan larutan cuka memberikan peningkatan konsentrasi gas formalin seiring dengan kenaikan temperatur. Pemberian larutan cuka pada sampel berformalin menghasilkan uap formalin yang lebih banyak. Rata-rata kadar formalin yang terbaca yaitu 0.0098 ppm untuk sampel dengan larutan cuka, 0.0072 ppm untuk sampel dengan larutan garam, dan 0.0053 ppm untuk sampel dengan air.

Percobaan ketiga ialah dengan merendam kembali tahu yang telah direndam larutan formalin masing-masing menggunakan air, larutan garam, dan larutan cuka. Kedua perendaman dilakukan selama 4 jam sehingga seluruhnya menjadi 8 jam. Gambar 7.b. menunjukkan kadar formalin yang cenderung stabil dari ketiga jenis larutan perendam tahu selama proses pemanasan. Urutan larutan yang memberikan kadar gas formalin sama seperti percobaan sebelumnya, yaitu larutan cuka, larutan garam, dan air. Penguapan formalin hanya terjadi sesaat setelah pemanasan diaktifkan.

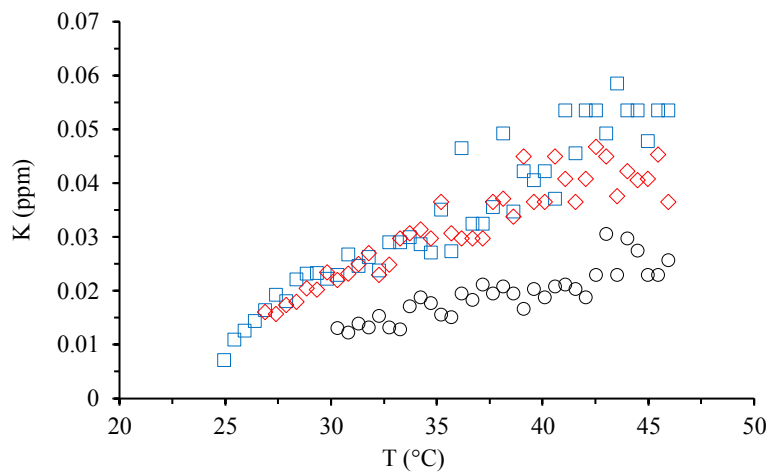
Untuk memastikan bahwa formalin dari sampel telah lepas selama perendaman kedua, dilakukan pengukuran formalin terhadap larutan yang telah digunakan untuk perendaman kedua. Hasil pengukuran ini ditampilkan pada gambar 8. Gambar 8 menunjukkan pola yang berbeda dengan grafik lainnya, di mana larutan perendam dengan garam memberikan kadar gas formalin yang paling tinggi. Formalin yang terkandung dalam tahu berdifusi paling banyak ke larutan garam dari pada cuka dan air selama perendaman.



Gambar 7. Perubahan konsentrasi gas formalin dari tahu berformalin. a) tanpa perendaman, langsung dipanaskan dengan (O) air, (□) garam/air, dan (◇) cuka/air.



Gambar 8. Perubahan konsentrasi gas formalin dari tahu berformalin. b) direndam kembali dengan (O) air, (□) garam/air, dan (◇) cuka/air selama 4 jam, kemudian dipanaskan dengan air 200ml.



Gambar 9. Perubahan konsentrasi gas formalin hanya dari larutan yang telah digunakan sebelumnya untuk perendaman tahu selama 4 jam. (O) air, (□) garam/air, dan (◇) cuka/air.

Rata-rata kadar formalin yang terbaca pada larutan perendam yaitu 0.0338 ppm untuk larutan garam, 0.0319 ppm untuk larutan cuka, dan 0.0194 ppm untuk air. Hal ini konsisten dengan hasil yang diperoleh dari pengukuran formalin pada sampel tahu, di mana formalin terdeteksi tinggi kadarnya pada tahu yang telah direndam cuka. Sedangkan tahu yang direndam air garam memiliki kadar formalin yang rendah karena sebagian besar telah berdifusi ke larutan perendamnya dan dipengaruhi juga oleh ion Cl, dan terjadinya reaksi oksidasi reduksi dan reaksi enzimatis antara senyawa formalin, larutan garam dan protein, sesuai karakteristik larutan garam yang sifatnya meningkatkan daya ikat antar molekul senyawa protein.

SIMPULAN

Telah dilakukan dua metode pelepasan formalin yang terkandung dalam tahu dengan bantuan air, larutan garam, dan larutan cuka. Pada metode pelepasan formalin dengan memanaskan tahu bersama tiga jenis larutan, kadar formalin terbesar diperoleh dari pemanasan bersama larutan cuka yaitu 0.0098 ppm. Pada metode perendaman tahu berformalin dalam tiga jenis larutan, kadar formalin tertinggi terdapat pada larutan garam yang telah digunakan untuk merendam, yaitu 0.0338 ppm.

Formalin yang terkandung dalam tahu dapat dikurangi kadarnya melalui perendaman dengan larutan garam dapur sebelum dimasak. Larutan cuka memiliki kemampuan untuk melepas formalin lebih cepat, namun jumlahnya tidak sebanyak larutan garam.

REFERENSI

- Achmad, Hiskia, Kimia Larutan. Citra Aditya Bakti, Bandung (1996)
- Direktorat Pengawasan Produk dan Bahan Berbahaya, Formalin (Larutan Formaldehid). Badan POM R.I., Jakarta (2008)
- Giancoli, D. C., Physics: Fifth Edition. Prentice-Hall, Inc., New Jersey (1998)
- Martindale, W., Reynolds, James E. F., The Extra Pharmacopeia 30th Edition. Pharmaceutical Press, London (1996)
- National Center for Biotechnology Information, PubChem Compound Database; CID=175, (<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/175>, diakses tanggal 21 Juni 2018)
- National Center for Biotechnology Information, PubChem Compound Database; CID=712, (<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/712>, diakses tanggal 21 Juni 2018)
- National Center for Biotechnology Information, PubChem Compound Database; CID=5234, (<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/5234>, diakses tanggal 21 Juni 2018)
- Chung, P.R., Tzeng, C.T., Ke, M.T., Lee, C.Y., Formaldehyde Gas Sensors: A Review, Sensors 13 (2013) 4468-4484, doi: 10.3390/s130404468, [pdf], (<https://mdpi.com/journal/sensors>, diakses tanggal 21 Juni 2018)
- Ramadhani, F., Safrida, dan Djufri, Pengaruh Perendaman Berbagai Larutan Terhadap Penurunan Kadar Formalin Pada Ikan Asin Kembang (Scomber canagorta) di Pasar Lambaro Aceh Besar. Jurnal Ilmiah Mahasiswa Keguruan dan Ilmu Pendidikan Unsyiah (2017)
- Sutrisno, Elektronika Teori dan Penerapannya Jilid 1. Penerbit ITB, Bandung (1986)
- Yuniarti, L., Studi Kinetika Dehidrasi Osmotik Pada Ikan Teri Dalam Larutan Biner Dan Terner. Universitas Katolik Parahyangan, Bandung (2013)