

# RANCANG BANGUN KENDALI SUHU DAN TEKAPAN PADA EKSTRAKTOR SOXHLET TERINTEGRASI PEMBASTAS WAKTU EKSTRAKSI MENGGUNAKAN MIKROKONTROLLER ATMEGA 16

Medilla Kusriyanto

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri,  
Universitas Islam Indonesia, Jl. Kaliurang KM 14.5, Sleman, Yogyakarta  
Email: medilla@uii.ac.id

## ABSTRACT

Extraction of compounds in a variety of materials, especially materials crops today are often found as a source of natural medicine. Soxhlet is one tool that is used as a medium of extraction of these compounds. Temperature and pressure as well as the long extraction affects the quality of compound extraction obtained. Control of temperature, pressure and time ekstraksi kebanyakan still use manual so that there is an error caused by the user or device measuring. In this paper will be discussed extractor soxhlet integrated with the control system temperature, pressure and restrictions on timing extraction using a microcontroller ATmega 16 so that the extraction process can be run automatically. Control system temperature and pressure using a thermocouple type K which has a limit of measurement 0 - 1200°C and pressure sensors MPX5700 which has a limit of measurement of the pressure of 0-700 Kpa. All output of this sensor will be read by the ADC microcontroller ATmega 16 is already integrated with internal ADC with a resolution of 10 Bit. Restrictions on the timing ekstraksi done by using timer microcontroller.

Keywords: Temperature and Pressure Control, Timers, Microcontroller ATmega16.

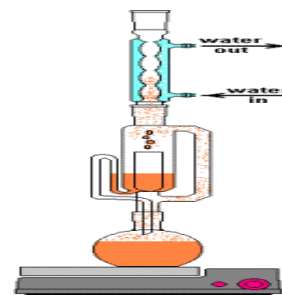
## 1. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Ekstraktor *soxhlet* adalah salah satu instrumen yang digunakan untuk mengekstrak suatu senyawa. Metode yang digunakan dalam instrumen ini adalah untuk mengekstrak senyawa yang kelarutannya terbatas dalam suatu pelarut. Jika suatu senyawa mempunyai kelarutan yang tinggi dalam suatu pelarut tertentu, maka metode filtrasi (penyaringan /pemisahan) biasa dapat digunakan untuk memisahkan senyawa tersebut dari suatu sampel. Ekstraktor *soxhlet* adalah salah satu model ekstraksi (pemisahan /pengambilan) yang menggunakan pelarut selalu baru dalam mengekstraknya sehingga terjadi ekstraksi yang kontinyu [1] dengan adanya jumlah pelarut konstan yang juga dibantu dengan pendingin balik (kondensor). Ekstraksi dengan menggunakan pelarut adalah cara yang paling efisien dalam menghasilkan minyak yang berkualitas [2]. Ekstraksi dilakukan dengan memanaskan pelarut

dengan acuan titik didih pelarut dengan tekanan tertentu.

Untuk mendapatkan titik didih yang diinginkan batu didih dipanaskan dengan *heater* elektrik secara manual sambil mengukur suhu dengan alat ukur pada tabung *soxhlet* apabila suhu yang diinginkan telah tercapai maka *heater* dimatikan secara manual. Hal ini dilakukan secara berulang – ulang hingga waktu ekstraksi telah tercapai agar didapatkan hasil ekstraksi yang diinginkan. Sama halnya dengan pengaturan tekanan pada tabung ekstraktor juga dilakukan secara manual dengan membuka tutup kondensor apabila uap berlebih.



Gambar 1. Soxhlet Ekstraktor.

Pada tulisan ini ditawarkan ekstraktor *soxhlet* yang terintegrasi dengan sistem kendali suhu dan tekanan dengan pembatas waktu ekstraksi menggunakan mikrokontroler ATmega 16. Sistem menggunakan termokopel untuk mendeteksi suhu ekstraktor dan MPX5700 untuk mendeteksi tekanan pada ekstraktor. Sistem juga dilengkapi dengan sistem kendali *on - off* otomatis untuk suhu dan tekanan berdasar pada pembacaan sensor. Sistem juga dilengkapi dengan pembatas waktu ekstraksi menggunakan timer yang terintegrasi dalam mikrokontroler ATmega 16 sehingga bisa didapatkan waktu yang diinginkan untuk mengekstraksi senyawa tertentu.

### 1.2. Tinjauan Pustaka

Ramadhan dan Phaza dalam penelitiannya berjudul *Pengaruh Konsentrasi Ethanol, Suhu dan Jumlah Stage pada Ekstraksi Jahe secara Batch* mengangkat sistem ekstraksi senyawa jahe dengan menggunakan labu ekstraksi. Pada penelitiannya Ramadhan dan Phaza mengungkap bahwa ekstraksi maksimal berada pada suhu 40°C. Ekstraksi menggunakan pemanas dengan on off secara manual dan suhu diukur dengan menggunakan termometer analog.

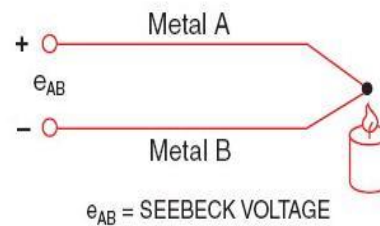
Fahlevy dalam penelitiannya berjudul *Monitoring Suhu dan tekanan Boiler dengan Tampilan PC* memanfaatkan sensor suhu dan tekanan untuk memonitoring suhu dan tekanan pada boiler dengan menggunakan PC.

Tulisan ini mencoba menggabungkan kedua penelitian tersebut dengan mengintegrasikan sistem kendali suhu dan tekanan pada *soxhlet* ekstraktor sehingga diperoleh sistem ekstraktor yang terintegrasi dengan pembatas waktu ekstraksi menggunakan mikrokontroler ATmega 16.

### 1.3. Tinjauan Teori

#### 1.3.1. Sensor Suhu Termokopel

Termokopel adalah transduser aktif suhu yang tersusun dari dua buah logam berbeda dengan titik pembacaan pada pertemuan kedua logam dan titik yang lain sebagai outputnya.



Gambar 2. Tranduser Thermokopel

Sebuah termokopel terdiri dari dua buah kawat yang kedua ujungnya disambung sehingga menghasilkan suatu *open-circuit voltage* sebagai fungsi dari suhu, yang diketahui sebagai tegangan termolistrik atau disebut dengan *seebeck voltage*.. Hubungan antara tegangan dan pengaruhnya terhadap suhu masing - masing titik pertemuan dua buah kawat adalah linear. Walaupun begitu, untuk perubahan suhu yang sangat kecil, tegangan pun akan terpengaruh secara linear, atau dirumuskan sebagai berikut :

$$\Delta V = S \Delta T$$

dimana :

$\Delta V$  = Perubahan tegangan

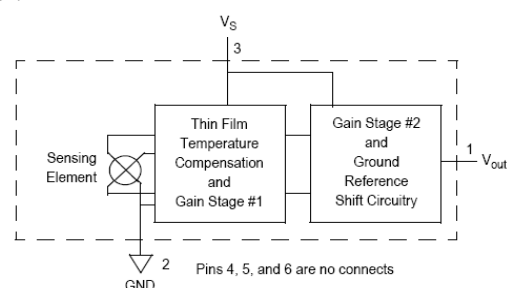
$S$  = koefisien *seebeck*

$\Delta T$  = Perubahan suhu

#### 1.3.2. Sensor Tekanan MPX5700

Sensor tekanan adalah peralatan elektronik yang dapat mengetahui besarnya tekanan zat cair / gas dan mengubahnya menjadi besaran listrik.

Sensor tekanan MPX 5700 series adalah sebuah sensor tekanan yang sudah dilengkapi dengan rangkaian pengkondisian sinyal dan temperatur kalibrator yang membuat sensor ini stabil terhadap perubahan suhu. Pada gambar 3 ditunjukkan diagram blok sensor tekanan MPX 5700 series :



Gambar 3. Diagram Blok MPX 5700 Series

Dengan adanya rangkaian pengkondisian sinyal, sensor ini dapat terhubung langsung pada *Analog to Digital Converter* maupun mikrokontroler. MPX 5700 series mempunyai kemampuan untuk tekanan 0 – 700 kpa atau 0 – 101,5 psi, dan menghasilkan output tegangan analog 0,2 – 4,7 Vdc. Karakteristik dari MPX 5700

### 1.3.3. Sistem Minimal Mikrokontroler ATmega16

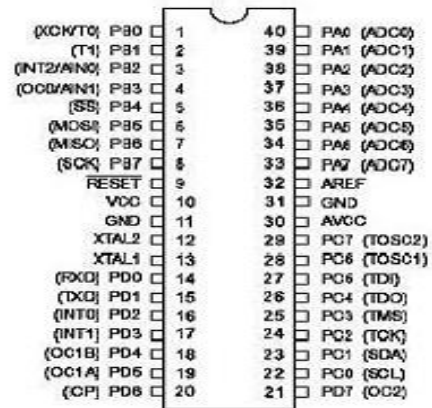
Mikrokontroler sebagai suatu terobosan teknologi mikroprosesor dan mikrokomputer hadir memenuhi kebutuhan pasar dan teknologi baru. Sebagai teknologi baru, yaitu teknologi semikonduktor dengan kandungan transistor yang lebih banyak namun hanya membutuhkan ruangan yang sangat kecil serta dapat diproduksi secara massal (dalam jumlah banyak) sehingga harganya menjadi lebih murah. Mikrokontroler adalah suatu rangkaian terintegrasi (*IC*) yang bekerja untuk aplikasi-aplikasi pengendalian. Untuk mendukung fungsi pengendaliannya, maka suatu mikrokontroler memiliki bagian-bagian sebagai berikut :

- a. *Central Processing Unit* (CPU)
- b. *Read Only Memory* (ROM)
- c. *Random Access Memory* (RAM)
- d. Pewaktu / Pencacah
- e. Unit I/O (Serial/Paralel)

AVR merupakan seri mikrokontroler CMOS 8-bit buatan Atmel, berbasis arsitektur RISC (*Reduced Instruction Set Computer*). Hampir semua instruksi dieksekusi dalam satu siklus clock.

AVR mempunyai 32 *register general-purpose*, *timer / counter* fleksibel dengan *mode compare*, *interrupt internal* dan eksternal, serial UART, *programmable Watchdog Timer*, dan *mode power saving*, ADC dan PWM internal. AVR juga mempunyai *In-System Programmable Flash on-chip* yang mengijinkan memori program untuk di program ulang dalam sistem menggunakan hubungan serial SPI. ATmega16 mempunyai *throughput* mendekati 1 MIPS per MHz membuat

disainer sistem untuk mengoptimasi konsumsi daya versus kecepatan proses.

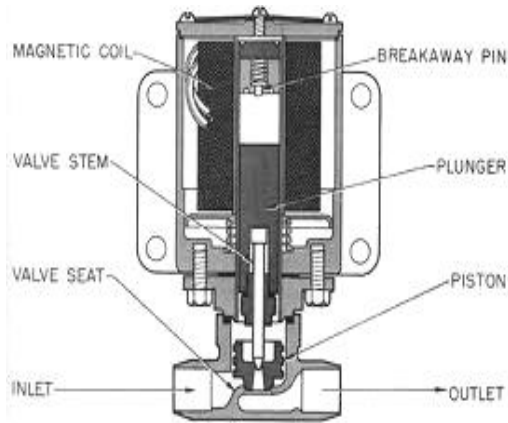


Gambar 4. Pin Mikrokontroler ATmega16

### 1.3.4. Solenoid Valve

*Solenoid valve* adalah katup yang digerakan oleh energi listrik, mempunyai kumparan sebagai penggeraknya yang berfungsi untuk menggerakkan piston yang dapat digerakan oleh arus AC maupun DC, *solenoid valve* atau katup (*valve*) *solenoida* mempunyai lubang keluaran, lubang masukan dan lubang *exhaust*, lubang masukan, berfungsi sebagai terminal / tempat cairan masuk atau *supply*, lalu lubang keluaran, berfungsi sebagai terminal atau tempat cairan keluar yang dihubungkan ke beban, sedangkan lubang *exhaust*, berfungsi sebagai saluran untuk mengeluarkan cairan yang terjebak saat piston bergerak atau pindah posisi ketika *solenoid valve* bekerja.

Prinsip kerja dari *solenoid valve* / katup (*valve*) *solenoida* yaitu katup listrik yang mempunyai koil sebagai penggeraknya dimana ketika koil mendapat *supply* tegangan maka koil tersebut akan berubah menjadi medan magnet sehingga menggerakkan piston pada bagian dalamnya ketika piston berpindah posisi maka pada lubang keluaran dari *solenoid valve* akan keluar cairan yang berasal dari *supply*, pada umumnya *solenoid valve* mempunyai tegangan kerja 100 / 200 VAC namun ada juga yang mempunyai tegangan kerja DC.

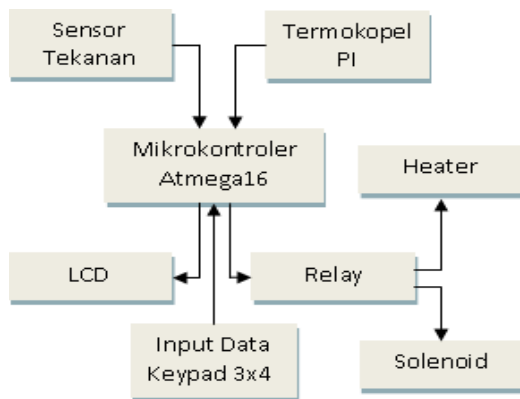


Gambar 5. Bagian Solenoid Valve

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1 Diagram Blok Sistem

Secara umum *soxhlet* ekstraktor yang terintegrasi dengan sistem kendali suhu, tekanan dan pembatasan waktu ekstraksi menggunakan ATmega 16 ditunjukkan pada gambar 6.



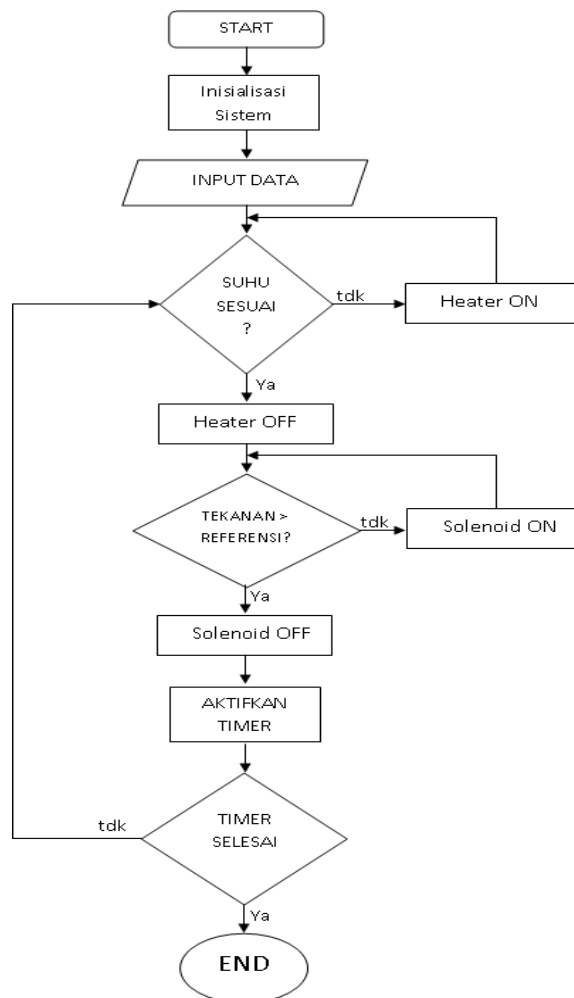
Gambar 6. Diagram Blok Sistem

Sistem bekerja berdasar pada besaran yang disensor oleh termokopel yang sudah dikondisikan dengan menggunakan penguat operasional IC LM358C dan MPX5700 sebagai sensor tekanan yang dibaca oleh mikrokontroler sebagai pusat kendali menggunakan ADC internal mikro. Nilai suhu, tekanan dan pewaktuan ekstraksi diinputkan menggunakan keypad 3 x 4 sebagai dasar mikrokontroler dalam mengendalikan proses ekstraksi menggunakan *soxhlet*. Suhu *soxhlet* dipanaskan oleh *heater* yang terhubung dengan *relay* dan mikrokontroler. Apabila

suhu ektaksi belum sesuai, *heater* akan menyala dan apabila suhu telah tercapai secara otomatis *heater* akan mati. Mikrokontroler akan menjaga keadaan suhu dengan mematikan dan menghidupkan heater melalui *relay*. Tekanan dikendalikan menggunakan *solenoid* yang diatur oleh mikrokontroler melalui relay. Bila tekanan pada *soxhlet* melebihi tekanan referensi, maka *solenoid* akan terbuka dan sebaliknya. Suhu, tekanan dan pewaktuan dimonitor oleh *user* melalui penampil LCD.

### 2.2 Diagram Alir Program Perancangan Perangkat Lunak

Program *developer* untuk memfungsikan mikrokontroler sebagai pusat kendali menggunakan pemrograman BASCOM AVR. *Flow chart* program ditunjukkan pada gambar 7.



Gambar 7. Diagram Alir Sistem

### 2.3 Entri Data

Entri data suhu, tekanan dan pewaktuan dilakukan dengan menggunakan *keypad* 3 x 4 yang terhubung dengan PORTC mikrokontroler. Masing - masing besaran di inputkan dengan menggunakan sistem *select case*. Potongan *scrip* program dengan bascom AVR sebagaimana ditunjukkan pada listing program dibawah.

```

Config Kbd=PORTC
Do
Do
B = Getkbd()
If B < 16 Then
Exit Do
End If
Loop
Select case B:
Case 1 : LCD "1. Suhu"
Call entri_data
Suhu=data
Locate 2,1
LCD suhu, "C"
Case 2 : LCD "2. Tekanan"
Call entri_data
Tekanan=data
Locate 2,1
LCD tekanan, "Kpa"
Loop
    
```

### 2.4 Pengambilan Data Suhu

Data suhu diambil oleh mikrokontroler melalui PORTA yang terhubung dengan internal ADC dengan resolusi 10 Bit. *Script* program dengan bascom sebagaimana ditunjukkan pada program dibawah.

```

Config Adc = Single , Prescaler
= Auto , Reference =
Internal
Data_adc = getadc(0) ; (suhu)
Suhu=data_adc/1023
Suhu=suhu*5
Suhu=suhu*100
Suhu_ref=suhu
    
```

### 2.4 Pewaktuan

Untuk membuat pewaktuan yang tidak terpengaruh oleh panjangnya script program, maka digunakan *timer1* mikrokontroler yaitu *timer* 16 bit. *Timer* digunakan untuk menghitung tunda waktu 1 detik dengan memperhatikan *timer overflow* untuk mengakomodasi pewaktuan yang lama. *Script* program dengan bascom untuk *timer* 1 detik dengan frekuensi *clock* 11052900 sebagaimana program dibawah.

```

Config timer1=timer,
prescale=1024
DO
Tcnt1h = &HFF
Tcnt1l = &H83
Start Timer1
Do
Loop Until TIFR.2 = 1
Stop Timer1
Tifr.2 = 0
LOOP
    
```

### 2.5 Kendali On - Off Solenoid dan Heater

Kendali *on off heater* dan *solenoid* dikendalikan oleh mikrokontroler dengan menggunakan *interface relay*. Kendali *on - off* digunakan untuk memastikan keadaan suhu dan tekanan pada *soxhlet* sesuai dengan pengaturan awal. Sistem kendali *on - off* terhubung dengan mikrokontroler pada PORTD.

## 3. ANALISA DAN PEMBAHASAN

Analisa dilakukan berdasar data yng diperoleh dengan mengamati penampil LCD dan dibandingkan dengan alat ukur standar.

### 3.1 Pengamatan Suhu Soxhlet

Pengamatan dilakukan berdasar pada suhu yang diperoleh mikrokontroler melalui ADC internal dan dibandingkan dengan suhu yang terbaca oleh termometer. Nilai kedua suhu tersebut ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Pembacaan Suhu Oleh Mikro dan Termometer

No.	Pembacaan Termometer (°C)	Pembacaan Sensor Suhu (°C)	[Error]
1	30	30	0
2	35	36	1
3	40	41	1
4	45	45	0
5	50	51	1
6	55	56	1
7	60	61	1
8	65	65	0
9	70	70	0
10	75	76	1

Dari tabel 1 dapat dilihat terdapat perbedaan antara pembacaan mikrokontroler dan pembacaan termometer. Kesalahan atau perbedaan pembacaan ini bisa disebabkan karena sensitivitas antara keduanya tidak sama. Besarnya toleransi kesalahan pembacaan ini adalah :

$$\text{Toleransi Error} = \frac{\sum |Error|}{n} = 0.75 \%$$

### 3.2 Pengamatan Tekanan Soxhlet

Pengamatan dilakukan dengan menguji sensor MPX5700 dengan beberapa tekanan dan dibandingkan dengan hasil bacaan alat ukur tekanan. Hasil pembacaan keduanya ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2. Pembacaan Tekanan Pada Soxhlet

No.	Pembacaan MPX5700GP (kPa)	Pembacaan Tekanan (kPa)	[Error]
1	5	5	0
2	10	10	0
3	20	21	1
4	30	30	0
5	40	40	0
6	50	51	1
7	60	60	0
8	70	70	0
9	80	80	0
10	90	90	0

Dari tabel 2 dapat dilihat bahwa pembacaan sensor MPX5700 pada tekanan *soxhlet* tidak mengalami perbedaan yang jauh apabila dibandingkan dengan pembacaan alat ukur tekanan. Hal ini menunjukkan bahwa sensor MPX5700 dapat bekerja dengan baik.

### 3.3. Pengujian Aktuator

Pengujian aktuator dilakukan untuk memastikan bahwa aktuator bisa bekerja untuk mengotomasi kondisi suhu, tekanan dan batas waktu ekstraksi sesuai dengan pengaturan awal. Tabel hasil pengujian aktuator ditunjukkan pada tabel 3.

Tabel 3. Pengujian Aktuator

Keluaran PORTD	Logika	Kondisi Relay	Aksi Aktuator
PORTD.5	0	Open	Solenoid Valve Mati
PORTD.5	1	Close	Solenoid Valve Nyala
PORTD.6	0	Open	Heater Mati
PORTD.6	1	Close	Heater Nyala

Dari tabel 3 ditunjukkan bahwa aktuator sudah berfungsi sebagaimana mestinya.

### 3.4. Pengujian Sistem Keseluruhan

Pengujian dilakukan dengan mengintegrasikan sistem otomasi untuk mengatur suhu, tekanan dan batas waktu ekstraksi dengan alat ekstraksi berupa *soxhlet* ekstraktor. Tampilan awal sistem merupakan menu pilihan untuk memasukkan data suhu, tekanan dan waktu ekstraksi sebagaimana ditunjukkan pada gambar 8.



Gambar 8. Tampilan Awal Sistem.

Apabila semua parameter sudah dimasukkan, maka proses ekstraksi dengan batasan suhu, tekanan dan waktu ekstraksi dapat dijalankan. Tampilan LCD setelah proses berjalan ditunjukkan pada gambar 9.



Gambar 9. Monitoring Suhu, Tekanan dan Waktu Proses Ekstraksi

Dari keseluruhan pengamatan menunjukkan bahwa sistem kendali suhu, tekanan dan waktu ekstraksi dapat berjalan sesuai yang diharapkan.

#### 4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah :

1. Termokopel merupakan sensor suhu yang tepat untuk membaca suhu tinggi pada proses ekstraksi. Hal ini ditunjukkan dengan nilai pembacaan dengan *error* 0.75% dari nilai bacaan termometer.
2. Pembacaan sensor tekanan MPX5700 pada sistem kendali sangat baik. Hal ini ditunjukkan dengan prosentase *error* sebesar 0.7%.
3. Suhu, tekanan dan waktu ekstraksi dapat divariasikan sesuai dengan bahan yang akan diambil senyawanya melalui *keypad* sehingga didapat hasil ekstraksi yang maksimal.
4. Secara keseluruhan sistem kendali suhu, tekanan dan waktu ekstraksi dapat berjalan sesuai dengan perancangan awal.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Bejo, Agus, 2008, “C dan AVR Rahasia Kemudahan Bahasa C dalam Mikrokontroler ATmega8535/16” Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Fahlevy, 2006, “Monitoring Suhu Dan Tekanan Sistem Boiler Dengan Tampilan Pada PC”, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta
- Guenther, E, 1990, *Minyak Atsiri*, Jilid III, hal 242 Universitas Indonesia, Jakarta.
- Laurence M. Harwood, Christopher J. Moody. *Experimental organic chemistry: Principles and Practice* (Illustrated edition ed.). pp. 122–125. ISBN 978-0632020171.
- Malvino, Albert Paul, 2003, “Prinsip-prinsip Elektronika” Terjemahan Alb Joko Sutoso, Salemba Teknik, Jakarta.
- Misri Gozan, 2006, “Absorpsi, Leaching, dan Ekstraksi Pada Industri Kimia” UI Press, Jakarta.
- Ramadhan, H. Phasza, 2010 *Pengaruh Konsentrasi Ethanol, Suhu dan Jumlah Stage pada Ekstraksi Jahe Secara Batch*, Universitas Diponegoro, Semarang.
- Sediawan, W.B., 2000 *Berbagai Teknologi Proses Pemisahan, Prosiding Presentasi Ilmiah Daur Bahan Bakar Nuklir*, vol.5, hal. 10-11.