



Abrar Ridwan
Nasruddin
Awaludin Martin
Arfie I. Firmansyah, ,

Eka Fitrianda

Lisa Utami,
Syukri Arief
Novesar Jamarun

Yuni Fatisa,
Maslinda

Lazulva,
Richa Elni Windri
Melda

Pangoloan Soleman

Zona Octarya,
Sumaryati Syukur ,
Endang Purwati RN

Juli Widiyanto,
Suci Pratiwi

Yeni Yarnita,
Maswarni,
Intan Handiyani

Darto

photon

Natural Science, Technology, Environmental & Health Journal

- DESIGN, MANUFACTURING AND TESTING KINETIC ADSORPTION TEST RIG** 1
- IDENTIFICATION TARGETED ON *toxR* GENE AND DETECTION OF VIRULENT FACTOR ENCODING GENES ON *Vibrio parahaemolyticus* ISOLATED FROM RAW CHICKEN MEAT** 7
- PENGARUH KONDISI KALSINASI PADA SINTESIS SENYAWA HYDROXYAPATITE** 13
- PENGARUH SUHU AIR PADA PROSES PEGGILINGAN KEDELAI (*Glycin Max (L) Merrill*) TERHADAP KADAR PROTEIN SUSU DENGAN METODE SPEKTROFOTOMETRI UV-Vis** 23
- ANALISA KANDUNGAN LOGAM BERAT DAN ION ASAM (NITRAT DAN SULFAT) DALAM AIR ISI ULANG DI PEKANBARU** 27
- IDENTIFIKASI GUGUS FUNGSI DAN KANDUNGAN MINERAL LEMPUNG PACITAN DENGAN SPEKTROKOPI INFRA RED (IR) X-RAY DIFFRACTION (XRD)** 31
- SKRINING DAN IDENTIFIKASI BAKTERI TERMOFILIK PENGHASIL SELULASE DAN AMILASE DARI SUMBER AIR PANAS BUKIT KILI SOLOK SUMATERA BARAT DENGAN ANALISIS GEN 16S rRNA** 37
- DESKRIPSI PENGETAHUAN IBU HAMIL TENTANG KEHAMILAN EKTOPIK DI POLI KEBIDANAN RSUD ARIFIN ACHMAD PEKANBARU** 45
- GAMBARAN SIKAP DAN TINDAKAN IBU HAMIL DALAM MEMENUHI KEBUTUHAN NUTRISI SELAMA KEHAMILAN DI PUSKESMAS LANGSAT PEKANBARU** 51
- PENERAPAN PEMBELAJARAN INTERAKTIF DENGAN CD PEMBELAJARAN PADA MATERI LINGKARAN UNTUK MENINGKATKAN AKTIVITAS BELAJAR MATEMATIKA SISWA DI SMP NEGERI 3 PANGKALAN KURAS** 55

JURNAL PHOTON

Terbit Dua Kali Setahun: Oktober dan Mei

ISSN: 977 2087393009

Penanggung Jawab

Dekan FMIPA dan Kesehatan

Ketua Dewan Editor

Yeeri Badrun

Dewan Editor:

Elsie, M.Si

Wirdati Irma, M.Si

Yulia Fitri, M.Si

Rika Putri, M.Si

Hasmalina Nasution, M.Si

Jufrizal Syahri, M.Si

Rifa Yanti, M.Biomed

Chailir, M.KL

Editor Teknik

Shabri Putra Wirman, M.Si

Prasetya, M.Si

Mitra Bestari

Prof. Jasril (Kimia FMIPA - Universitas Riau)

DR. Mubarak (Fisika Faperika – Universitas Riau)

Ezalina, M.Kes (Keperawatan – Stikes Payung Negeri Pekanbaru)

Alamat Redaksi: FMIPA dan Kesehatan UMRI, Jl. K.H. Ahmad Dahlan, Telp (0761) 35008,

Email Jurnal: photon@gmail.com

Diterbitkan oleh: UMRI PRESS

Tahun Pertama Terbit: 2010

DAFTAR ISI

DESIGN, MANUFACTURING AND TESTING KINETIC ADSORPTION TEST RIG	1
IDENTIFICATION TARGETED ON <i>toxR</i> GENE AND DETECTION OF VIRULENT FACTOR ENCODING GENES ON <i>Vibrio parahaemolyticus</i> ISOLATED FROM RAW CHICKEN MEAT.....	7
PENGARUH KONDISI KALSINASI PADA SINTESIS SENYAWA HYDROXYAPATITE .	13
PENGARUH SUHU AIR PADA PROSES PENGGILINGAN KEDELAI (<i>Glycin Max</i> (L) Merrill) TERHADAP KADAR PROTEIN SUSU DENGAN METODE SPEKTROFOTOMETRI UV-Vis.....	23
ANALISA KANDUNGAN LOGAM BERAT DAN ION ASAM (NITRAT DAN SULFAT) DALAM AIR ISI ULANG DI PEKANBARU.....	27
IDENTIFIKASI GUGUS FUNGSI DAN KANDUNGAN MINERAL LEMPUNG PACITAN DENGAN <i>SPEKTROSKOPI INFRA RED</i> (IR) <i>X-RAY DIFFRACTION</i> (XRD).....	31
SKRINING DAN IDENTIFIKASI BAKTERI TERMOFILIK PENGHASIL SELULASE DAN AMILASE DARI SUMBER AIR PANAS BUKIT KILI SOLOK SUMATERA BARAT DENGAN ANALISIS GEN 16S rRNA.....	37
DESKRIPSI PENGETAHUAN IBU HAMIL TENTANG KEHAMILAN EKTOPIK DI POLI KEBIDANAN RSUD ARIFIN ACHMAD PEKANBARU	45
GAMBARAN SIKAP DAN TINDAKAN IBU HAMIL DALAM MEMENUHI KEBUTUHAN NUTRISI SELAMA KEHAMILAN DI PUSKESMAS LANGSAT PEKANBARU	51
PENERAPAN PEMBELAJARAN INTERAKTIF DENGAN CD PEMBELAJARAN PADA MATERI LINGKARAN UNTUK MENINGKATKAN AKTIVITAS BELAJAR MATEMATIKA SISWA DI SMP NEGERI 3 PANGKALAN KURAS.....	54

DESIGN, MANUFACTURING AND TESTING KINETIC ADSORPTION TEST RIG

Abrar Ridwan, Nasruddin, Awaludin Martin, Arfie I. Firmansyah

Laboratory of Refrigeration and Air Conditioning, Mechanical Engineering Department,
 Faculty of Engineering-University of Indonesia
 e-mail: awaludin.martin@ui.edu

ABSTRACT

Adsorption on a solid adsorbent is the fundamental processes in the field of separation processes, purification of gases, adsorption cooling, advanced adsorption cooling, and extensive work on hydrogen storage. The understanding of the thermodynamic properties of adsorbent plus adsorbate system is important to analyze. Information concerning the relevant adsorption equilibrium and characterized of adsorbent is generally an essential requirement for the analysis and design of an adsorption separation process. For practical application, the adsorption equilibrium must be known over a broad range of operation temperatures. Also, the isotherms of pure species are fundamental information for dynamic simulation of adsorbers. The main objective of this research is to design kinetic adsorption test rig to investigate the capacity and rate of adsorption on adsorbent and adsorbate pair's. The result of design kinetic adsorption test rig including dimensions of vapor vessel (pressure vessel) and measuring cell. The volume of vapour vessel is 1000 ml and measuring cell is 100 ml. Kinetic adsorption test rig was manufactured to investigate capacity and rate of adsorption up to 40 bar.

Keywords: Kinetic adsorption test rig, capacity and rate of adsorption.

1. INTRODUCTION

Adsorption on a solid adsorbent is the fundamental processes in the field of separation processes, purification of gases, and adsorption cooling. The understanding of the thermodynamic property fields of adsorbent plus adsorbate system is important because it enables the adsorption processes to be analyzed.(Saha, B.B., et al, 2006).

Information concerning the relevant adsorption equilibrium and characterized of adsorbent is generally an essential requirement for the analysis and design of an adsorption separation process. For practical application, the adsorption equilibrium must be known over a broad range of operation temperatures (Lee, Jong-Seok, et al, 2002)

At least, there are two methods two know the adsorption equilibrium, first is direct method (gravimetric method) and secondly is indirect method (volumetric method).

The main objective of this research is to design and manufacturing kinetic adsorption test rig to investigate the adsorption equilibrium such as capacity and rate of adsorption with indirect method (volumetric method). The data will be the basic data for analysis and design of an adsorption process.

THERMODYNAMICAL ANALYSIS

An adsorbate mass balance on the measuring cell of the sorption kinetic test rig yield (Dawoud dan Aristov, 2003):

$$\frac{dm_{d,ms}}{dt} = |\dot{m}_{vv}| - \dot{m}_{ads} \tag{1}$$

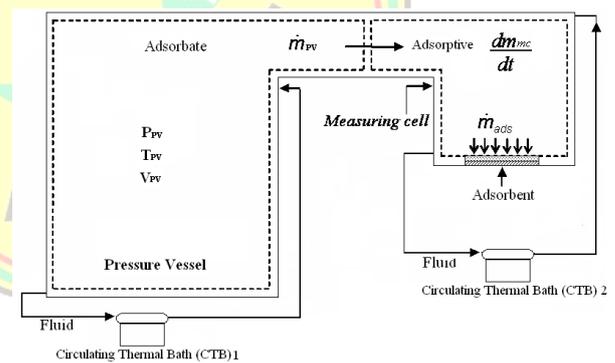


Figure 1. Scheme of kinetic adsorption test rig

Where:

$\frac{dm_{d,ms}}{dt}$: adsorbate mass flow rate in measuring cell (kg/s)

$\left| \dot{m}_{vv} \right|$: adsorbate mass flow rate in vapour vessel (kg/s)

\dot{m}_{ads} : mass flow rate of adsorbate on adsorbent (kg/s)

Assuming an ideal gas behavior for the adsorbate during the whole sorption process, both the rate of adsorbate flow from the vapor vessel to the measuring cell and the time rate of variation of the mass of the vapor phase in the measuring cell can be obtained according to the following equations (2) and (3).

$$\left| \dot{m}_{vv} \right| = \left| \frac{\Delta m_{vv}}{\Delta t} \right| = \frac{m_{vv}(t) - m_{vv}(t + \Delta t)}{\Delta t} = \frac{(p_{vv}(t) - p_{vv}(t + \Delta t)) \cdot V_{vv}}{R_{vv} \cdot T_{vv} \cdot \Delta t} \quad (2)$$

$$\frac{dm_{d,ms}}{dt} = \frac{(m_{d,ms}(t + \Delta t) - m_{d,ms}(t))}{\Delta t} = \frac{(p_{ms}(t + \Delta t) - p_{ms}(t)) \cdot V_{ms}}{R_d \cdot T_{ms} \cdot \Delta t} \quad (3)$$

By substitution equations (2) and (3) to equation (1) can be obtained:

$$\dot{m}_{ads} = \frac{\Delta m_{ads}(t)}{\Delta t} = \frac{(p_{vv}(t) - p_{vv}(t + \Delta t)) \cdot V_{vv}}{R_{vv} \cdot T_{vv} \cdot \Delta t} - \frac{(p_{ms}(t + \Delta t) - p_{ms}(t)) \cdot V_{ms}}{R_d \cdot T_{ms} \cdot \Delta t} \quad (4)$$

Knowing the mass of the dry adsorbent sample $m_{s,dry}$ as well as the starting adsorbate loading x_0 , the time variation of the adsorbate loading can be calculated due to equation (5):

$$x = x_0 + \sum_{t=0}^t \frac{\Delta m_{ads}}{m_{s,dry}} \quad (5)$$

In order to compare the results of measuring the sorption kinetics under different operating conditions, it is reasonable to represent the time variation of the adsorbate loading in a dimensionless form. This may occur by defining the dimensionless differential adsorbate loading χ as the ratio between the instantaneous differential adsorbate loading to the maximum differential adsorbate loading achievable at each

operating condition of the sorption process on the sorbent sample.

$$\chi(t) = \frac{x(t) - x_0}{x_{\infty} - x_0} \quad (6)$$

2. METHODE OF DESIGN

Kinetic adsorption test rig consist of pressure vessel, measuring cell, vacuum pump, gas vessel, pressure transmitter, thermocouple Type K, and circulating thermal bath. Design of kinetic adsorption test rig only for pressure vessel and measuring cell.



Figure 2. Pressure Vessel

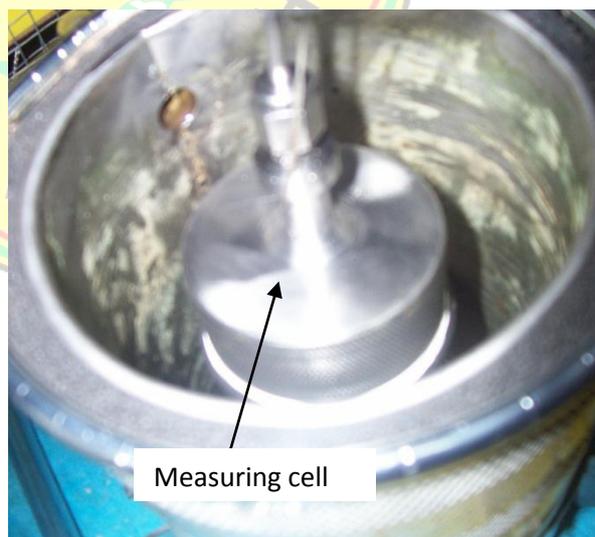


Figure 3. Measuring Cell

Measurement

The Adsorption experiments were based on the static volumetric method. In this method, the

maximum capacity and adsorption rate of adsorbate on adsorbent were determined by appropriate pressure and temperature measurement.

The system pressure was measured by an absolute pressure transmitters (DRUCK, PTX 1400), the pressure range are 0 – 40 bar and its reading uncertainty is $\pm 0.15\%$ within the useable measurement range with a high accuracy signal conditioner (ADAM, type 4018).

The system temperature was measured by Thermocouple type K

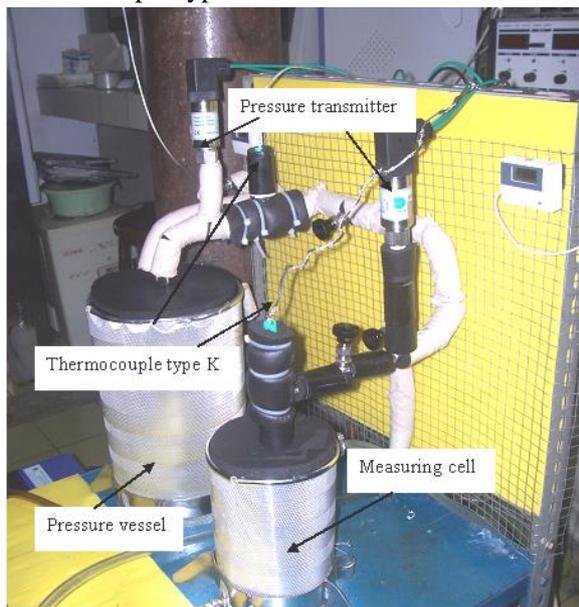


Figure 4. Pressure transmitter and thermocouple type K



Figure 5. Data acquisition modules

During the experiment, the temperature in pressure vessel and measuring cell were maintained by circulating thermal bath and the temperature controllers of the circulating thermal bathes have an accuracy of $\pm 0.2^\circ\text{C}$.

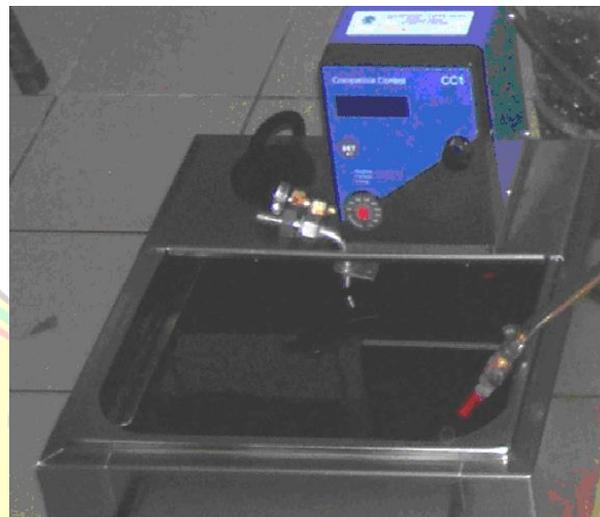
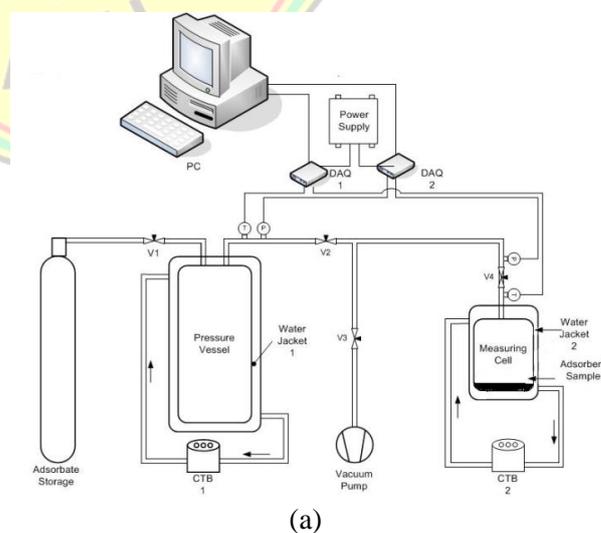


Figure 6. Circulating thermal bath

3. EXPERIMENTAL PROCEDURE

In order to activate the adsorbent sample, the measuring cell is heated to 150°C and evacuated, in the same time, for 1 h using a vacuum pump (degassing process). During this process, measuring cell is separated from pressure vessel and kinetic adsorption test rig system. After degassing process the measuring cell is cooled down to the required sorption temperature and measuring cell were connected with tubing to the kinetic adsorption test rig system.



(a)

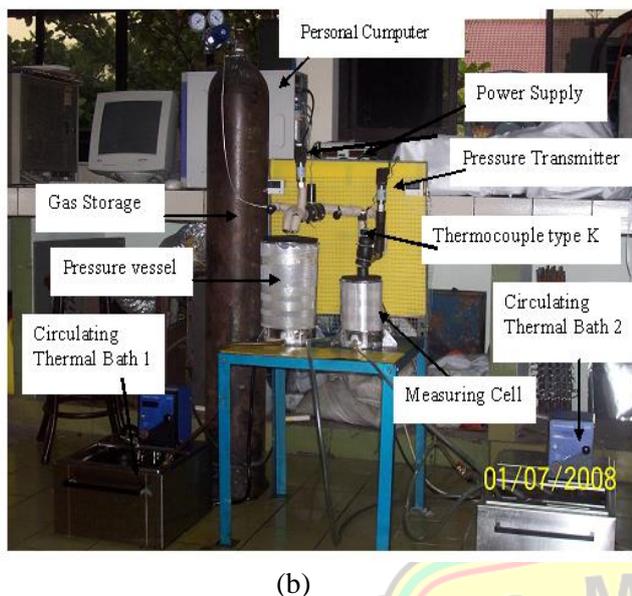


Figure 7. Schematic of kinetic adsorption test rig (a) picture of kinetic adsorption test rig (b).

The temperature of the pressure vessel is adjusted to the required sorption temperature, and then charged with adsorbate (gas) from the gas storage, up to the required starting pressure for the sorption process. The temperature of the connecting piping and valves has to be adjusted and controlled to the required sorption temperature.

The first sorption process starts when the valve V2 and V4 is opened (in figure 7a), resulting in decreasing the pressure in the pressure vessel for 30 minutes. During the first sorption process, the temperature of water in circulating thermal bath 2 was prepared to be 10°C. The sorption process starts when the temperature of water in circulating thermal bath is 10°C and was flowed to water jacket of measuring cell.

The pressure variation, being measured using the two pressure transmitters P1& P2 are used to determine the amount of the adsorbed gas on the adsorbent sample.

Repeatability of Kinetic Adsorption Test Rig

Repeatability was done to guarantee that kinetic adsorption test rig can result the capacity and rate of adsorption data in the same value on the same condition. Figure 9 describes CO₂

adsorption on commercial activated carbon at pressure equilibrium 1.5 bar and at isothermal temperature 30°C. It can be seen from figure 9, in general the path of the graph almost have the same value, the different of both of path causes dry sorbent mass of activated carbon is different.

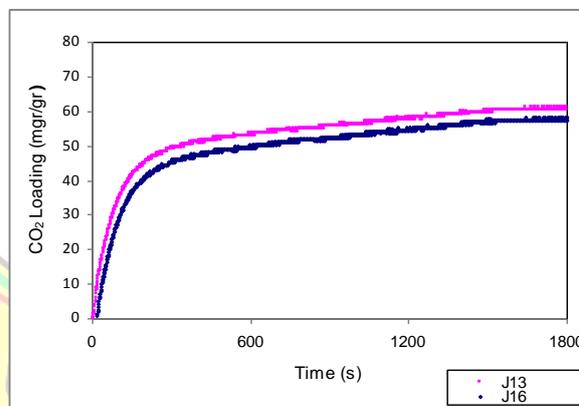


Figure 8. CO₂ adsorption on commercial activated carbon

4. CONCLUSION

1. Kinetic adsorption test rig can be use for research in adsorption engineering to investigate capacity and rate of adsorption data
2. Kinetic adsorption test rig was manufactured to investigate capacity and rate of adsorption up to 40 bar
3. Pressure vessel and measuring cell were design for pressure up 100 bar.

5. ACKNOWLEDGMENT

This research was supported by the Higher Education Directorate, National Education Department of Republic Indonesia, through Project Hibah Bersaing and Contract No. 239 AT/DRPM-UI/N14/2008 respectively.

6. REFERENCE

- Dawoud, Belal, Yuri Aristov, 2003, *Experimental Study on The Kinetics of Water Vapor Sorption on Selective Water Sorbent, Silica Gel and Alumina Under Typical Operating Conditions of Sorption Heat Pumps*, International Journal of Heat and Mass Transfer, pp 273-281
- Elyas, Anas, 2006, *Experimentelle Untersuchung der Adsorptions- und Desorptionskinetik von Wasserdampf auf losen Pellets von*

SWS-1L unter den Betriebsbedingungen von Adsorptionswärmepumpen, Thesis, Rheinisch - Westfälische Technische Hochschule, Aachen

Jong-Seok Lee, Jong-Hwa Kim, Jin-Tae Kim, Jeong-Kwon Suh, Jung-Min Lee, and Chang-Ha Lee, 2002 Adsorption Equilibria of CO₂ on Zeolite 13X and

Zeolite X/Activated Carbon Composite, *J. Chem. Eng. Data* 2002, 47, 1237-1242

Saha, B.B., Ibrahim I. El-Sharkawy, Anutosh Chakraborty, Shigeru Koyama, Seong-Ho, and Kim Choon Ng, 2006, *Adsorption Rate of Ethanol on Activated Carbon Fiber*, *J. Chem. Eng. Data*, 2006, 51, 1587-1592



IDENTIFICATION TARGETED ON *toxR* GENE AND DETECTION OF VIRULENT FACTOR ENCODING GENES ON *Vibrio parahaemolyticus* ISOLATED FROM RAW CHICKEN MEAT

Eka Fitrianda

Dosen PNSD dpk pada STIFI Perintis Padang

ABSTRACT

A number of *V. parahaemolyticus* isolates has been isolated from raw chicken meat samples collected in Pasar raya Padang. Isolation was done using Chromagar™ *Vibrio* media. Identification of *toxR* gene was then done to these isolates. *toxR* is a very specific gene in *V. parahaemolyticus* species. Detection for the presence of genes encoding virulence factors, in this case were the gene encoding thermostable direct hemolysin (*tdh*) and TDH related hemolysin (*trh*) was performed on *toxR* positive *V. parahaemolyticus* isolates. Identification of *toxR* gene and detection of *tdh* and *trh* genes were done through amplification using polymerase chain reaction PCR (method). The results showed that all of the tested *V. parahaemolyticus* isolates (22 isolates) had *toxR* gene, but none of isolates has gene encoding the production of virulence factors both *tdh* and *trh*.

Keywords: *V. parahaemolyticus*, *toxR*, *tdh*, *trh*.

1. INTRODUCTION

V. parahaemolyticus is a halophilic gram-negative bacteria, which are usually associated with marine organisms, or living freely in seawater. *V. parahaemolyticus* was first isolated on a food poisoning outbreak in Japan in early 1950s (Kelly and Stroh, 1989). Currently, *V. parahaemolyticus* has become one of the pathogens of food contaminants with the highest prevalence in Asian countries (Pan *et al*, 1997).

Some strain of *V. parahaemolyticus* has ability in causing gastroenteritis in humans. The main symptoms of gastroenteritis caused by *V. parahaemolyticus* include abdominal cramps, nausea and vomiting. Most strains of clinical *V. parahaemolyticus* produce major virulence factor namely thermostable direct hemolysin (TDH) and show β -hemolysis activity on Wagatsuma agar (Kanagawa positive, KP+). Another virulence factor, TDH-related hemolysin (TRH), usually associated with Kanagawa phenomenon negative (KP-) or urease positive strains (Kelly and Stroh, 1989). The ability of *V. parahaemolyticus* strains in causing diarrhea is highly dependent on the existence of TDH and TRH. TDH and TRH whose production is encoded by *tdh* and *trh* genes is the important virulence factors for the development of gastroenteritis (Shirai *et al*, 1990). Therefore, these genes are referred to as

the important virulence factor coding genes in *V. parahaemolyticus*.

Although *V. parahaemolyticus* is a marine bacterium that has long been associated with diarrhea after eating raw or not cooked perfectly seafood, some recent studies seems successfully in isolating these bacteria from samples which are not coming from sea environment. Research conducted by Marlina *et al* (2007) has managed to isolate these bacteria from *Corbicula moltkiana* prime collected from lake Singkarak Sumatera Barat. The isolated strains carried hemolysin toxin-producing gene (*tdh* and *trh*). Another study conducted by Zulkifli (2009) also success in isolating on cockles collected from rivers in Padang. Based on those reports, we investigated the existence of *V. parahaemolyticus* on chicken meat samples collected from traders in Pasar raya Padang, identified the species by amplifying *toxR* gene and detected the virulent factor coding genes (*tdh* and *trh*) on isolates.

The method used to amplifying and detecting the *toxR* and virulence genes of *V. parahaemolyticus* is polymerase chain reaction (PCR). Polymerase Chain Reaction (PCR) has been widely used to identify genes from different species of bacteria including *V. parahaemolyticus*. This is due to the high level of sensitivity of this (Paton and Paton, 1998).

2. MATERIALS AND METHODS

Equipments and materials

PCR machine (Eppendorf Mastercyclergradient®), Eppendorf tubes, micro pipette (Eppendorf®), centrifugator (Eppendorf Minispin®), laminar air flow (Esco®), vortex (Mixer® VM-1000), incubator (Gallenkamp®), rotary shaker incubator (Bigger Bill Digital®), colony counter (Stuart scientific®), the electrophoresis device, transilluminator, polaroid film, the test sample, *V. Parahaemolyticus* AQ4037 (positive control for the *toxR* and *trh* genes), *V. parahaemolyticus* AQ3815 (positive control for *tdh* gene.), Salt Polimixin Broth (SPB), distilled water, NaCl, CHROMagar™ Vibrio (CHROMagar™), Luria Bertani (LB) Broth, Luria Bertani (LB), 5X Colorless GoTaq Reaction, 10X Ex Taq buffer solution, 2.5 mM dNTP solution, GoTaq DNA polymerase, agarose, tris-borate-EDTA (TBE), a blue dye, 100 bp ladder, ethidium bromide, and three pairs of primers, namely:

toxR-4: 5'-GTCTTCTGACGCAATCGTTG-3' and *toxR*-7: 5'-ATACGAGTGGTTGCTGTCATG-3' for the detection of *toxR* gene, TDH D3: 5'-CCACTACCACTCTCATATGC-3' and TDH D5: 5'-GGTACTAAATGGCTGACATC-3' for detection of *tdh* gene, TRH R2: 5'-GGCTCAAATGGTTAAGCG-3' and TRH R6: 5'-CATTCCGCTCTCATATGC-3' for detection of *trh* gene.

Sampling

The test samples in this study were 11 raw chicken meat samples. Samples were taken from traders in Pasar Raya Padang. To avoid contamination, samples were taken in a way directly entered by the merchant into sterile containers, immediately stored in containers and taken to the laboratory for testing.

V. parahaemolyticus Isolation

Each sample (10 gram) was added in to 100 ml Salt Polimixin Broth (SPB) media and incubated at 37°C for 24 hours. These cultures were inoculated using a needle loop onto surfaces of CHROMagar™ Vibrio previously been poured

and allowed to solidify in a petri dish. After incubated for 24 hours at 37°C, purple colonies formed were suspected as colonies of *V. parahaemolyticus*. Each single suspected colony was inoculated into the Luria Bertani (LB) Broth containing 3% NaCl and incubated in a rotary shaker incubator at 37°C for 24 hours.

DNA template preparation

Before the amplification of genes using PCR method, DNA of control and testing bacteria were extracted using boil cell extraction (BCE) method. 1 ml LB broth culture centrifuged at 12,000 rpm for 1 min, the supernatant were removed, while the sediment were added with 500 mL sterile distilled water and then suspended using vortex. The suspension formed was heated for 10 minutes in boiling water and immediately put into the refrigerator with a temperature of -20°C for 10 minutes. Subsequently centrifuged at 12,000 rpm for 3 minutes and the supernatant were transferred into a new Eppendorf tube. The supernatant were the DNA template to be used for amplification of genes by PCR method.

Amplification of *toxR*, *tdh* and *trh* genes

Identification of *toxR*, *tdh* and *trh* genes in *V. parahaemolyticus* were done using PCR method. DNA template which had been prepared previously inserted into the Eppendorf tube for PCR machine and combined with other PCR components. The type and amount of each PCR components as shown in table below:

Table 1. PCR component

Component	Amount(μl)
Buffer solution ^a	5,0 ^c 2,5 ^d
2,5 mM dNTP	2,0
Primer 1 ^b	1,0
Primer 2 ^b	1,0
Aquadest	15,0 ^c 17,4 ^d
GoTaq DNA Polymerase	0,1
DNA Template	1,0

^a5x Colorless GoTaq Reaction Buffer for the amplification of *tdh* and *trh* genes; 10x Ex Taq buffer solution for the amplification of *toxR* gene,

^bPrimer pairs are suitable for each gene, ^cFor the

detection of *tdh* and *trh* genes, ^dFor the detection of *toxR* gene

Eppendorf tube is then inserted into the PCR machine and amplification was performed using program which is suitable for detection of each gene as shown in table below:

Table 2. Stage for *tox-R* gene amplification (23 cycles)

Stage	Temperature (°C)	Time (minute)
Predenaturation	96	5
Denaturation	94	1
Annealing	63	1,5
Extention	72	1,5
Elongation	72	7

Table 3. Stage for *tdh* and *trh* genes amplification (33 cycles)

Stage	Temperature (°C)	Time (minute)
Predenaturation	96	5
Denaturation	94	1
Annealing	55	1
Extention	72	2
Elongation	72	7

After all of the stages in the PCR process were completed, the results of this amplification were colored using blue dye and then separated along electrophoresis process on 1% agarose gel in 1x TBE. Electrophoresis was performed at 100 V voltage for 20 minutes with 1x TBE as the mobile phase. The 100 bp ladder was used as a marker for determining the size of amplification product. After the electrophoresis process was completed, agarose gel was stained using ethidium bromide solution (0.5 mL/ml). Electrophoresis result which was observed by UV transilluminator will form separate bands which were distinguished by the number of their base pairs (bp). The size of *toxR*, *tdh* and *trh* amplification product were 368 bp, 251 bp and 250 bp respectively. Size estimation of each product was done through comparison with 100 bp ladder. Results were then documented by polaroid film.

3. RESULTS AND DISCUSSION

We successfully isolated 22 suspected *V. parahaemolyticus* colonies from 2 of 11 raw chicken meat samples which were examined. The presence of suspected *V. parahaemolyticus* in samples characterized by the formation of purple colonies on the surface of CHROMagar™ Vibrio medium.



Figure 1. Suspected *V. parahaemolyticus* colonies on Chromagar™ Vibrio

CHROMagar™ Vibrio is a selective media for identification of *V. parahaemolyticus* with a higher level of differentiation compared to TCBS medium (Kudo et al, 2001). From 2 of 11 samples which were examined, we successfully isolated 22 suspected *V. parahaemolyticus*. Identification targeted on *toxR* gene was performed to all of these isolates using PCR method. *toxR* gene is a gene that is very specific on the *V. parahemolyticus* species. The PCR method to detect this gene has been reported (Lee et al, 1995) as a very useful method to confirm the presence of this species in samples. Dileep et al (2003) also states that the detection of *toxR* gene by PCR method to detect *V. parahaemolyticus* is more sensitive than biochemical identification.

From out of total of 22 tested isolates in this research, all (100%) showed *toxR* positive results. *toxR* positive isolates showed 368 bp band in electrophoresis gel. The same result have been reported by Zulqifli et al (2009), all of CHROMagar™ Vibrio isolates from cockles

gave positive results on testing of *toxR* using PCR method.

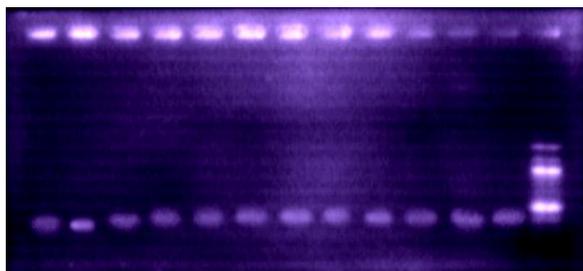


Figure 2. Electrophoresis gel of *toxR* positive *V. parahaemolyticus* isolates. From left to right: lane 1-11 were positive *toxR* isolates, lane 12 was positive control, lane 13 was 100 bp ladder.

Previously, *V. parahaemolyticus* has been isolated from various places around the world. Tanil *et al* (2005) succeeded in isolating *V. parahaemolyticus* from seawater in Peninsular, Malaysia. *V. parahaemolyticus* also been isolated from coastal waters of western United States (Okuda *et al*, 1997). A study recently conducted by Sujeewa *et al* (2009) succeeded in isolating *V. parahaemolyticus* from shrimp samples in Malaysia. Generally, *V. parahaemolyticus* were isolated from marine waters or food samples from the sea, because *V. parahaemolyticus* is a bacteria that normally lives in this habitat (DePaola *et al*, 2000).

Results of this research is interesting for further explored, because *V. parahaemolyticus* isolates were isolated in samples which were not derived from the sea environment. Furthermore, studies are necessary to investigate whether the presence of *V. parahaemolyticus* in samples is the result of bacterial adaptation capabilities on low-salt environment, or is the result of cross-contamination when samples are marketed in the market.

Similar results have also found in other study (Marlina *et al*, 2007), where a number of *V. parahaemolyticus* isolates carrying *tdh* gene were isolated from *Corbicula moltkiana*, a species which lives in lake Singkarak West Sumatera. Similarly, other publication also showed that *V. parahaemolyticus* was isolated from cockles live

in rivers around Padang, Indonesia (Zulkifli *et al*, 2009).

Major virulence factor coding genes in *V. parahaemolyticus* are *tdh* and *trh*. The presence of these genes are represent the level of pathogenicity of *V. parahaemolyticus* isolates. In this study, 22 *toxR* positive isolates were detected for the present of *tdh* and *trh* genes using PCR method. As a result, none of the isolates has *tdh* or *trh* gene. This result suggests that *V. parahaemolyticus* isolates in this study are not virulent isolates. These such results also seen in *V. parahaemolyticus* previously isolated from cockle samples in Padang, where the overall *toxR* positive isolates have no *tdh* or *trh* gene (Zulkifli *et al*, 2009). However, some other studies seem to successfully detect the presence of these virulence genes in environmental samples (Sujeewa *et al*, 2009; Marlina *et al*, 2007).

4. CONCLUSION

All of 22 *V. parahaemolyticus* isolates isolated from chicken meat samples marketed in Pasar raya Padang were having *toxR* gene, but none of them has *tdh* or *trh* gene.

5. BIBLIOGRAPHY

- DePaola, A., C. A. Kaysner, J. Bowers and D. W. Cook, 2000, Environmental investigations of *Vibrio parahaemolyticus* in oysters after outbreaks in Washington, Texas, and New York (1997 and 1998), *Appl Environ Microbiol* 66:4649–54.
- Dileep, V., H. S. Kumar, Y. Kumar, M. Nishibuchi and I. Karunasagar, 2003, Application of polymerase chain reaction for detection of *Vibrio parahaemolyticus* associated with tropical seafoods and coastal environment, *Lett Appl Microbiol* 36:423–7.
- Gelfand, D. H., T. J. White, M. A. Innis, J. J. Sninsky, 1998, *PCR protocols: A guide to methods and amplifications*, Academic Press. New York.
- Kelly, M. T. and E. M. Stroh, 1989, Urease-positif, Kanagawa-negatif *Vibrio parahaemolyticus* from patients and the

- environment in the Pacific Northwest, *J. Clin. Microbiol.* 27: 2820-2822
- Lee, C.Y., S.F. Pan and C. H. Chen, 1995, Sequence of a cloned pR72H fragments and its use for detection of *Vibrio parahaemolyticus* in shell fish with PCR, *Applied and Environmental Microbiology* 61: 1311-1317.
- Marlina, S. Radu, C. Y. Kqueen, S. Napis, Zunita Zakaria, S. A. Mutalib, and M. Nishibuchi, 2007, Detection of *tdh* and *trh* genes in *Vibrio parahaemolyticus* isolated from *Corbicula moltkiana* prime in West Sumatera Indonesia, *Southeast Asian J Trop Med Public Health.* 38:349-355.
- Nishibuchi, M., and J. B. Kaper, 1995, Thermostable direct hemolysin gene of *Vibrio parahaemolyticus*: a virulence gene acquired by a marine bacterium, *Infect. Immun.* 63:2093-2099.
- Okuda, J. M. Ishibashi, S. Abbott, J. M. Janda and M. Nishibuchi, 1997, Analysis of the Thermostable Direct Hemolysin (*tdh*) Gene and the *tdh*-Related Hemolysin (*trh*) Genes in Urease-Positive Strains of *Vibrio parahaemolyticus* Isolated on the West Coast of the United States, *Journal of Clinical Microbiology.* 35: 1965-1971.
- Paton, J. C., and A. W. Paton, 1998, Pathogenesis and Diagnosis of Shiga Toxin-Producing *Escherichia coli* Infections, *Clin. Microbiol. Rev.*, 11:450-479.
- Pan, T. M., T. K. Wang, C. L. Lee, S. W. Chien, and C. B. Horng, 1997, Food-borne disease outbreaks due to bacteria in Taiwan, 1986 to 1995, *J. Clin. Microbiol.* 35: 1260-1262.
- Shirai, H., H. Ito, T. Hirayama, Y. Nakamoto, N. Nakabayashi, K. Kumagai, Y. Takeda, and M. Nishibuchi, 1990, Molecular epidemiologic evidence for association of thermostable direct hemolysin (TDH) and TDH-related hemolysin of *Vibrio parahaemolyticus* with gastroenteritis, *Infect. Immun.* 58: 3568-3573.
- Sujeewa, A. K. W., A. S. Norrakiah and M. Laina, 2009, Prevalence of toxic genes of *Vibrio parahaemolyticus* in shrimps (*Penaeus monodon*) and culture environment, *International Food Research Journal* 16: 89-95
- Tanil, G. B., S. Radu, M. Nishibuchi, R. A. Rahim, S. Napis, L. Maurice and J. W. Gunsala, 2005, Characterization of *vibrio parahaemolyticus* isolated from coastal seawater in peninsular Malaysia, *Southeast Asian J Trop Med Public Health.* 36 No. 4.
- Zulkifli, Y., N. B. Alitheen, S. Radu, S. K. Yeap, M. B. Lesley and A.R. Raha, 2009, Identification of *Vibrio parahaemolyticus* isolates by PCR targeted to the *toxR* gene and detection of virulence genes, *International Food Research Journal* 16: 289-296

PENGARUH KONDISI KALSINASI PADA SINTESIS SENYAWA HYDROXYAPATITE

Lisa Utami, Syukri Arief dan Novesar Jamarun

Program Studi Pendidikan Kimia, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim,
Riau, Indonesia
Jurusan Kima, FMIPA, Universitas Andalas, Padang 25163, Indonesia
E-mail: lazoelva_1154@yahoo.com

ABSTRAK

Kalsium fosfat telah menjadi perhatian yang menarik dalam bidang medis dan kedokteran karena biocompatibilitynya yang baik dan struktur serta komposisi kimianya yang sama dengan fasa mineral jaringan keras manusia (tulang dan gigi). Penelitian ini difokuskan untuk mempelajari faktor yang mempengaruhi morfologi dan komposisi fasa dari senyawa hydroxyapatite dengan menggunakan prekursor diammonium hydrogen phosphate sebagai sumber fosfat serta pengaruh kalsinasi pada suhu 200, 400, 600, 800 dan 1000°C. Produk hydroxyapatite yang dihasilkan dikarakterisasi dengan FTIR, XRD, SEM dan TGA. Hydroxyapatite yang dihasilkan dengan variasi suhu kalsinasi mempengaruhi morfologi dan komposisi fasa dari senyawa kalsium fosfat yang dihasilkan. Fasa yang terbentuk sebelum sampel powder fosfat dikalsinasi dengan $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ sebagai sumber fosfat adalah $\text{Ca}_2\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ dengan ukuran kristal 67 nm. Ketika sampel powder kalsium fosfat dikalsinasi pada temperatur 600°C fasa yang terbentuk dengan menggunakan $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ sebagai sumber fosfat adalah hydroxiapatite (HAP) dengan ukuran kristal 8,66 nm Dan ketika sampel dikalsinasi pada temperatur 1000°C fasa yang dihasilkan yaitu $\text{Ca}_2\text{P}_2\text{O}_7$ dan $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$.

Kata kunci: hydroxyapatite, prekursor, kalsinasi.

1. PENDAHULUAN

Sumatera Barat merupakan salah satu wilayah di kepulauan Indonesia yang memiliki berbagai jenis bahan galian yang bernilai, salah satunya adalah batu kapur. Batu kapur terbentuk dan berasal dari proses sedimentasi tumbuhan atau hewan laut yang terjadi secara organik, mekanik atau kimiawi yang didominasi oleh mineral kalsit. Di bawah tekanan tinggi akan mengeras menjadi batuan dan karena proses alam seperti pergeseran maka akan timbul kepermukaan laut dan akan terangkat menjadi pegunungan batu kapur [1]. Daerah penghasil batu kapur di Sumatera Barat adalah Dusun Pauh Tinggi Nagari Halaban Kabupaten Lima Puluh Kota dengan potensi Batu kapur 507.760.000 ton, Bukit Sumanik Kabupaten Sijunjung dengan potensi batu kapur 348.260.000 ton, Simarasap Kabupaten Agam dengan potensi batu kapur 109.375.000 ton, Bukit Bagawan Desa Subarang Kabupaten Solok dengan potensi batu kapur 6.237.000 ton, Muaro Kiwai Kabupaten Pasaman Barat dengan potensi batu kapur 1.300.000 ton dan Bukit Tui Kota Padang Panjang dengan potensi batu kapur 9.200.000 m³ [2]. Padang

Panjang merupakan salah satu kota yang berpotensi untuk pengembangan industri batu kapur di Sumatera Barat, dengan kandungan unsur kimianya sebagai berikut: CaO (52,32-57,45%), MgO (0,96-4,55%), Fe₂O₃ (0,32-2,47%) dan SiO₂ (ttt-1,52%) [2]. Pada beberapa dekade terakhir, biomaterial kalsium fosfat telah diaplikasikan secara klinis untuk memperbaiki kerusakan tulang, penambahan tulang dan coating untuk implan tulang. Kalsium fosfat memiliki berbagai macam turunan diantaranya amorphous calcium phosphate (ACP), brushite atau dicalcium phosphate dehydrate (DCPD, $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), monotite atau dicalcium phosphate anhydrous (DCPA, CaHPO_4), octacalcium phosphate (OCP, $\text{Ca}_8\text{H}_2(\text{PO}_4)_6 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$), whitelockite atau tricalcium phosphate (TCP, $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, calcium pyrophosphate dehydrate (CPPD, $\text{Ca}_2\text{P}_2\text{O}_7$) dan hydroxiapatite (HAP, $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$) [3]. Diantara turunan di atas, hydroxiapatite (HAP) adalah salah satu turunan kalsium fosfat yang mempunyai aplikasi yang cukup menarik dalam bidang kesehatan yaitu sebagai material pengganti bagi kerusakan gigi dan tulang. Hal ini

dikarenakan kesamaan sifat kimia dan bentuk kristalnya dengan berbagai jaringan tulang vertebrata.

Berbagai teknik telah dikembangkan untuk mensintesis powder HAP, dua teknik utama untuk mensintesis powder HAP adalah metoda basah dan reaksi solid state. Metoda basah dapat dipisahkan menjadi tiga bagian yaitu pengendapan, teknik hidrotermal dan hidrolisis. Reaksi solid state biasanya memberikan produk yang stoikiometrik dan bentuk kristal yang baik tapi memerlukan temperatur yang relatif tinggi dan waktu pemanasan yang panjang. Pada teknik pengendapan, disamping biayanya murah, mudah untuk mengontrol komposisi dan karakteristik fisika dari powder. Untuk teknik hidrotermal biasanya menghasilkan material dengan tingkat kristalinitas yang baik dan rasio Ca/P nya mendekati nilai stoikiometrik. [4]. Ukuran kristalnya berada pada range nanometer sampai millimeter. Setiap teknik mempunyai kelebihan dan kekurangan masing-masing. Untuk memperbaiki sifat material hydroksiapatite (HAP) dapat dilakukan pengontrolan parameter penting dari powder seperti bentuk dan ukuran partikel, distribusi partikel dan aglomerasi. Powder HAP nanokristal lebih disukai karena menunjukkan luas permukaan yang lebih besar. Ini dapat memperbaiki kemampuan sinterability dan meningkatkan kepadatan bahan yang berguna untuk mengurangi temperatur sintering [5].

Parameter reaksi seperti temperatur, pH, perbandingan Ca/P dan konsentrasi reagen sangat penting untuk mengontrol komposisi hydroksiapatite (HAP). Namun sulit untuk mendapatkan senyawa murni HAP dikarenakan kalsium fosfat mempunyai banyak turunan, dari banyak penelitian yang telah dilakukan, komposisi fasa dari kalsium fosfat dapat berubah dengan sedikit variasi perbandingan Ca/P, temperatur dan pH larutan. Menurut Deepak et al., fasa HAP ditemukan stabil sampai suhu kalsinasi 600°C dan diatas suhu ini HAP akan terdisosiasi menjadi fasa lain seperti tricalcium phosphate ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ [TCP]), calcium pyrophosphate ($\text{Ca}_2\text{P}_2\text{O}_7$ [CPP]) dan calcium hydrogen phosphate (CaHPO_4 [CHP]). TCP ditemukan menjadi fasa utama di atas suhu

1000°C [6]. Okazaki et al juga menemukan bahwa pola XRD menjadi lebih tajam dengan meningkatnya temperatur, menunjukkan bahwa derajat crystallinity dari powder HAP meningkat dengan naiknya temperatur [5].

Dengan alasan inilah, pada penelitian ini dipelajari pengaruh kondisi kalsinasi pada senyawa turunan kalsium fosfat menggunakan metoda pengendapan. Perlakuan ini mungkin mempengaruhi morfologi dan komposisi fasa dari senyawa kalsium fosfat. Oleh karena itu penelitian ini sangat penting tidak hanya untuk industri tetapi juga di bidang kesehatan, karena pada umumnya dalam aplikasinya senyawa kalsium fosfat biasanya dikalsinasi pada temperatur tinggi dalam rangka untuk meningkatkan sifat mekanikal, kristalinitas dan sifat aktivitas katalis dari material ini [7]. Pada penelitian ini juga digunakan prekursor sebagai sumber fosfat yaitu diammonium hydrogen phosphate dengan sumber kalsium digunakan kalsium asetat murni dan kalsium asetat yang sumber kalsiumnya berasal dari pelarutan CaO hasil kalsinasi batu kapur dengan asam asetat.

Banyak penelitian yang telah dilakukan pada berbagai keramik kalsium fosfat dan komposisi fasa dapat berubah dengan sedikit variasi perbandingan Ca/P begitu juga temperatur dan pH larutan. Kalsium fosfat biokeramik dipersiapkan dengan beberapa metoda yaitu metoda pengendapan dibawah kondisi konstan, hidrolisis, reaksi solid state pada temperatur tinggi dan metoda hidrotermal.

Hydroksiapatite (HAP) adalah salah satu mineral biocompatible yang sangat efektif dan ditemukan sebagai komponen utama dari tulang. HAP secara kimia mempunyai sifat yang sama dengan mineral yang terkandung dalam komponen tulang dan jaringan keras mamalia. Ini merupakan salah satu dari sedikit mineral yang dapat dikelompokkan sebagai bioaktif, yaitu suatu mineral yang dapat mendorong pertumbuhan tulang dan pengikatan tulang seperti pada ortopedik, aplikasi yang berhubungan dengan gigi dan maxillofacial. Hydroksiapatite membentuk suatu kristal dalam sistem hexagonal (grup ruang P63/m), dan kemudian menjadi monoclinic pada temperatur

kamar jika stoikiometri. Data XRD menunjukkan pita yang sangat lebar mengindikasikan kristalinitas yang rendah. Kristal HAP dapat berbentuk seperti mata pisau, jarum, batang atau partikel equiaxed. HAP terdiri atas gugus kompleks apatite dengan gugus akhir hidroksil. Ion OH⁻ dapat diganti dengan F⁻, Cl⁻, atau CO₃²⁻.

HAP secara termal merupakan senyawa yang tidak stabil, mudah terurai pada temperatur antara 800-1200°C tergantung pada stoikiometrinya. Menurut Deepak et al., powder HAP stabil sampai suhu kalsinasi 600°C dan diatas suhu ini HAP akan terdisosiasi menjadi fasa lain seperti TCP, CPP dan CHP. HAP telah sukses digunakan sebagai filler tulang, penyembuh estetis, pelapis dari implant tulang, filler dari komposit anorganik/polimer dan pembawa sel kultur. Selain itu juga digunakan sebagai adsorbents untuk pemisahan protein dan enzim, katalis untuk dehidrasi dan dehidrogenasi alkohol serta oksidasi metana [7].

Pada penelitian ini juga digunakan prekursor sebagai sumber fosfat yaitu diammonium hydrogen phosphate dengan sumber kalsium digunakan kalsium asetat murni dan kalsium asetat yang sumber kalsiumnya berasal dari pelarutan CaO hasil kalsinasi batu kapur dengan asam asetat.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Alat. Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah peralatan gelas, kertas saring Wathman 41, desikator, pompa vakum, oven, furnace, pulvarizer, hot plate stirrer, magnetic bar, kertas pH, XRF (ARL8680S, totalbcement analyzer), XRD (Philip type pw 1710), FTIR (Perkin Elmer), TGA dan SEM (Jeol. JSM-6360LA).

Bahan. Batu kapur, aquades sebagai pelarut, asam asetat (CH₃COOH) 2M, kalsium asetat (Ca(CH₃COOH)₂), diammonium hidrogen fosfat ((NH₄)₂HPO₄), dan ammonium hidroksida (NH₄OH) 1 M sebagai pengatur pH.

Pengambilan Sampel dan Kalsinasi. Sampel berupa batu kapur di ambil dari Bukit Tui

Padang Panjang. Sampel digiling halus menjadi powder dengan peralatan pulvarizer dengan ukuran partikel 90 µm, kemudian sampel dikalsinasi dalam furnace dengan suhu 1000 °C selama 1 jam, lalu sampel disimpan dalam desikator. Sampel selanjutnya dianalisis menggunakan XRF di PT. Semen Padang untuk mengetahui kadar CaO dalam sampel.

Proses Pelarutan CaO. Timbang sampel hasil kalsinasi (CaO) 2,8 g, dimasukkan ke dalam erlenmeyer dan tambahkan 50 mL asam asetat 2M, lalu di stirrer kuat pada kecepatan 1000 rpm dan di panaskan pada suhu 50 °C selama 1 jam sehingga CaO larut. Setelah CaO larut maka larutan disaring dengan kertas wathman 41 menggunakan pompa vakum sehingga di dapatkan larutan filtrat.

Proses pelarutan (NH₄)₂HPO₄. Timbang 3,96 g (NH₄)₂HPO₄, kemudian di larutkan dalam 50 mL aquades.

Proses Pelarutan Ca(CH₃COO)₂ murni. Timbang 7,91 g Ca(CH₃COO)₂ murni kemudian di larutkan dalam 50 mL aquades.

Pencampuran larutan Ca(CH₃COO)₂ dengan (NH₄)₂HPO₄. Tambahkan secara perlahan-lahan 50 mL larutan (NH₄)₂HPO₄ ke dalam larutan 50 mL larutan Ca(CH₃COO)₂ dengan menggunakan buret. Campuran di stirrer dengan kecepatan 1000 rpm selama 2 jam, pH campuran dijaga pada pH = 9 dengan menggunakan NH₄OH 1 M.

Penyaringan dan Pencucian Endapan Kalsium Fosfat. Dari campuran yang homogen di dapatkan endapan kalsium fosfat. Endapan kalsium fosfat yang di dapat disaring dengan kertas wathman 41 menggunakan pompa vakum, kemudian endapan di cuci menggunakan aquades. Endapan ini dikeringkan dalam oven pada temperatur 100-115°C selama 3 jam, kemudian di kalsinasi dengan variasi temperatur 200°C, 400°C, 600°C, 800°C dan 1000°C masing-masing selama 1 jam.

Karakterisasi Sampel Kalsium Fosfat.

Analisis FTIR dilakukan sebagai analisis awal untuk mengidentifikasi senyawa kalsium fosfat yang terbentuk dengan melihat serapan senyawa pada daerah radiasi infrared 400-4000 cm^{-1} . Energi yang diserap akan menyebabkan keadaan vibrasi tereksitasi. Setiap tipe ikatan menyerap radiasi infrared pada panjang gelombang yang berlainan dan memiliki karakteristik yang dapat dibedakan. Untuk senyawa kalsium fosfat ini yang diidentifikasi adalah vibrasi ikatan molekul PO_4^{3-} , CO_3^{2-} , P_2O_7 dan OH^- . Untuk melihat struktur kristal dari powder kalsium fosfat yang terbentuk diamati dengan XRD (X-Ray Diffraction) dengan monokromator grafit radiasi $\text{Cu K}\alpha$. Dengan analisis XRD diketahui struktur dan ukuran kristal. Pemotretan dengan SEM dilakukan terhadap powder yang di dapat, dimana sepotong kecil sampel yang di lapiasi dengan ermas kemudian di tempatkan dalam wadah dan di ukur dengan SEM sehingga akan diketahui kehomogenan dari powder melalui permukaan sampel yang diamati. Analisis *Thermogravimetric* atau TGA adalah jenis pengujian yang dilakukan pada sampel untuk menentukan perubahan-perubahan dalam berat dalam kaitannya dengan perubahan suhu.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Komposisi Bahan Baku Batu Kapur.

Komposisi kimia yang terdapat dalam batu kapur menentukan kualitas dari batu kapur. Untuk itu dilakukan analisis dari batu kapur dengan menggunakan alat X-Ray Fluorescence (XRF). Pada penelitian ini, sampel batu kapur yang digunakan berasal dari Bukit Tui Padang Panjang. Hasil analisis komposisi kimia batu kapur dengan menggunakan XRF ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi Kimia Bahan Baku Batu Kapur

Senyawa	Komposisi Kimia (%)
CaO	53,15
SiO ₂	2,70
Al ₂ O ₃	0,87
MgO	0,75

Fe ₂ O ₃	0,85
*LOI	42,55

*Loss On Ignition/hilang pijar (CO_2)

Hasil analisis XRF menunjukkan bahwa kandungan CaO dalam sampel batu kapur lebih dari 50% sehingga dapat digunakan sebagai bahan dasar dalam pembuatan senyawa kalsium fosfat. Karena batu kapur yang memiliki kualitas yang baik itu adalah yang memiliki kandungan CaO minimal 50% (Hassibi, 1993). Apabila persentase CaO dikonversikan berdasarkan kandungan oksida logam saja tanpa gas karbon dioksida, maka kandungan CaO dalam batu kapur adalah 91,60%.

Pembuatan Senyawa Kalsium Fosfat.

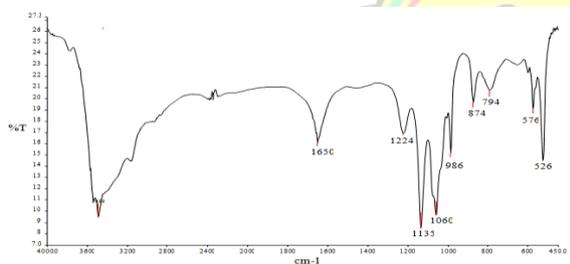
Penelitian sintesis senyawa kalsium fosfat ini dilakukan dengan menggunakan metoda pengendapan. Metoda pengendapan merupakan suatu metoda pembentukan padatan dalam larutan melalui reaksi kimia. Bahan dasar yang digunakan dalam penelitian ini adalah CaO yang berasal dari batu kapur alam daerah Bukit Tui Padang Panjang sebagai sumber kalsium, diammonium hydrogen fosfat, asam asetat sebagai pelarut CaO dan amoniak yang berfungsi untuk mengatur pH larutan. Dalam penelitian ini dilakukan variasi sumber fosfat dan temperatur kalsinasi (200, 400, 600, 800 dan 1000°C) dari senyawa kalsium fosfat.

Pembuatan larutan homogen dilakukan dengan melarutkan CaO dalam asam asetat, setelah didapatkan filtrat maka ditambahkan larutan diammonium hidrogen fosfat atau asam fosfat secara perlahan-lahan, dengan perbandingan Ca/P nya 1,67, pH larutan diatur 9 dengan menggunakan amoniak. Dalam penelitian ini dilakukan proses pelarutan diammonium hidrogen fosfat dengan filtrat dari kalsium asetat selama 2 jam dengan menggunakan stirrer, sehingga didapatkan larutan homogen berwarna putih. Larutan homogen yang telah didapatkan dicuci dengan air, kemudian disaring dengan vakum dan dikeringkan dengan oven pada suhu 100-115°C. Setelah itu sampel dikalsinasi dengan variasi temperatur 200, 400, 600, 800 dan 1000°C. Hasil kalsinasi yang diperoleh berupa powder halus yang berwarna putih. Jumlah

endapan dalam sintesis senyawa kalsium fosfat ini tidak berbeda jauh untuk masing-masing kalsinasi yang berbeda.

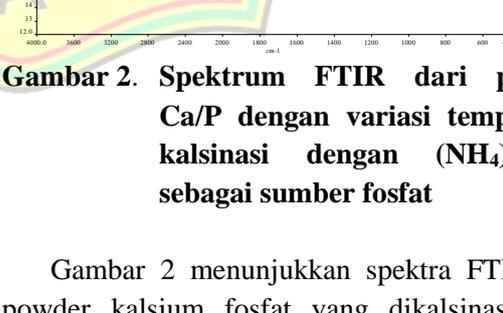
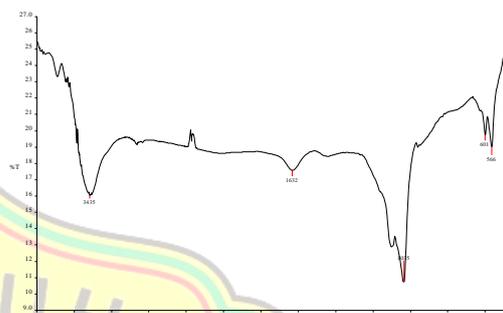
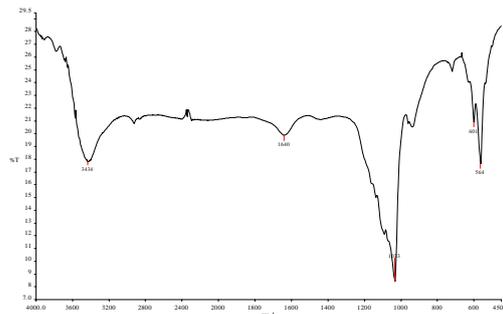
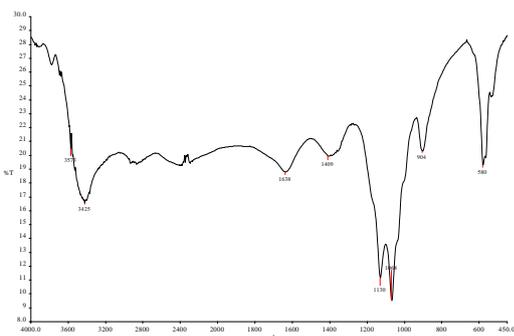
Analisis Fourier Transform Infra Red (FTIR).

Analisis FTIR ini digunakan untuk mengetahui gugus fungsi, komposisi kimia dan vibrasi ikatan dalam suatu senyawa. Analisis ini merupakan langkah awal untuk membuktikan apakah senyawa yang dihasilkan benar mengandung molekul yang diinginkan [8]. Vibrasi spektroskopi (FTIR) dapat memberikan informasi lingkungan kimia dari fosfat, molekul air dan ion hidroksida. Analisis FTIR ini dilakukan pada daerah 400-4000 cm^{-1} .



Gambar 1. Spektrum FTIR dari powder Ca/P tanpa kalsinasi dengan $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ sebagai sumber fosfat

Gambar 1 menunjukkan spektra FTIR dari powder kalsium fosfat tanpa kalsinasi dengan $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ sebagai sumber fosfat. Pita pada 526 dan 576 cm^{-1} menunjukkan ikatan O-P-O bending mode (ν_4) dan 986-1224 cm^{-1} menunjukkan asymmetric stretching mode (ν_3). Pita pada 1650 cm^{-1} dan 3489 cm^{-1} mengindikasikan kehadiran sejumlah air. Puncak kecil pada 874 cm^{-1} menunjukkan HPO_4 yang mengkharakter-terisasikan kalsium deficient apatite.



Gambar 2. Spektrum FTIR dari powder Ca/P dengan variasi temperatur kalsinasi dengan $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ sebagai sumber fosfat

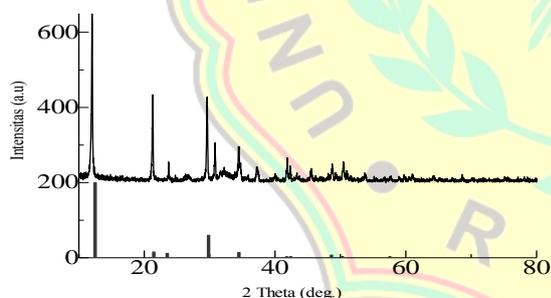
Gambar 2 menunjukkan spektra FTIR dari powder kalsium fosfat yang dikalsinasi pada temperatur yang berbeda dengan $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ sebagai sumber fosfat, yang memperlihatkan mode karakteristik vibrasi gugus PO_4^{3-} , OH^- dan $\text{P}_2\text{O}_7^{2-}$. Pita pada 560-580 cm^{-1} menunjukkan mode bending (ν_4) dari O-P-O, 1003-1211 cm^{-1}

menunjukkan mode stretching(ν_3) asymmetric dan $904\text{-}974\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan simetric stretching vibrasi. Pita pada $1632\text{-}1638\text{ cm}^{-1}$ mengindikasikan sejumlah air (H_2O). Pada kalsinasi 1000°C , sebuah pita pada 726 cm^{-1} menunjukkan teramatinya grup pyrophosphate. Hal ini menunjukkan bahwa dengan meningkatnya temperatur kalsinasi, terjadi perubahan dari $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ menjadi $\text{Ca}_2\text{P}_2\text{O}_7$.

Analisis Hasil X-ray Diffraction (XRD).

XRD (X-Ray Diffraction) digunakan untuk mengetahui susunan atom-atom dalam suatu material kristalin sehingga dapat diketahui struktur, orientasi dan ukuran kristal [9]. Analisa XRD ini dilakukan untuk sampel dengan H_3PO_4 dan $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ sebagai sumber fosfat tanpa kalsinasi, kalsinasi 600°C dan 1000°C . Fasa yang dihasilkan sebelum dan sesudah kalsinasi dibandingkan dan diperkuat menggunakan standar JCPDS.

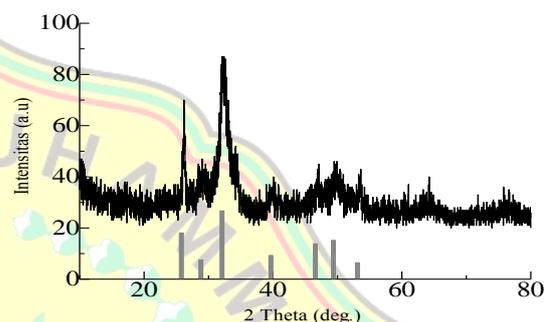
Gambar 3 memperlihatkan pola difraksi sinar X dari senyawa kalsium fosfat dengan $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ sebagai sumber fosfat tanpa kalsinasi.



Gambar 3. Pola XRD tanpa kalsinasi dengan $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ sebagai sumber fosfat

Pada gambar diatas puncak yang tajam dengan intensitas yang tinggi terdapat pada sudut $2\theta = 12,03^\circ$ dengan nilai hklnya (1 0 0), didukung oleh puncak-puncak pada sudut $2\theta = 29,61^\circ$; $21,32^\circ$; $34,46^\circ$; $41,87^\circ$; $50,48^\circ$; $48,76^\circ$; $23,75^\circ$; $42,34^\circ$ dan $57,67^\circ$ yang mirip dengan puncak dari JCPDS No. 70-0881. Berdasarkan data pada JCPDS no. 70-0881, maka produk yang terbentuk adalah $\text{Ca}_2\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

Pola difraksi sinar X juga dapat memberikan informasi mengenai ukuran kristal. Ukuran kristal ini bisa diketahui dengan metoda Scherrer, dimana puncak yang tajam dengan lebar puncak yang sempit menandakan bahwa ukuran kristal besar, sedangkan puncak yang mengalami pelebaran menandakan ukuran kristal kecil. Dengan mengukur FWHM (Full Width at Half Maximum) dari puncak dengan refleksi tertinggi (Gambar 3), diperoleh ukuran kristalnya sebesar 67 nm .

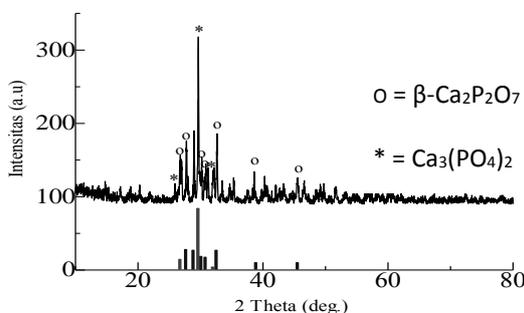


Gambar 4. Pola XRD kalsinasi 600°C dengan $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ sebagai sumber fosfat

Pola difraksi dari powder kalsium fosfat yang dikalsinasi pada temperatur 600°C dengan $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ sebagai sumber fosfat ditunjukkan pada gambar 4. Puncak difraksi maksimum terdapat pada sudut $2\theta = 32,21^\circ$ dengan merujuk kepada JCPDS No. 73-0293 maka nilai hklnya adalah (1 1 2). Puncak-puncak lain yang mendukung berada pada sudut $2\theta = 26,19^\circ$; $49,79^\circ$; $53,46^\circ$; $46,90^\circ$; $39,76^\circ$ dan $28,94^\circ$. Sesuai dengan data pada JCPDS No. 73-0293, maka produk yang dominan adalah *hydroxiapatite* $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ dan tidak ada fasa kristalin lainnya yang terdeteksi, dengan ukuran kristal sebesar $8,66\text{ nm}$.

Pola XRD dari powder yang dikalsinasi pada temperatur 1000°C diberikan pada gambar 5. Puncak tajam dengan intensitas yang tinggi terdapat pada sudut $2\theta = 29,67^\circ$, dengan merujuk kepada JCPDS No. 70-0364 maka nilai hklnya (3 6 1). Hal ini didukung oleh puncak $2\theta = 26,73^\circ$ dan $32,07^\circ$, yang menunjukkan terbentuknya fasa $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$.

Puncak yang lain juga terlihat pada $2\theta = 28,95^\circ; 27,73^\circ; 32,68^\circ; 30,19^\circ; 30,88^\circ; 38,60^\circ$ dan 45.52° , dengan merujuk pada JCPDS No.20-0024 maka nilai hklnya (2 0 3) yang menunjukkan terbentuknya fasa $\beta\text{-Ca}_2\text{P}_2\text{O}_7$.



Gambar 5. Pola XRD kalsinasi 1000°C dengan $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ sebagai sumber fosfat

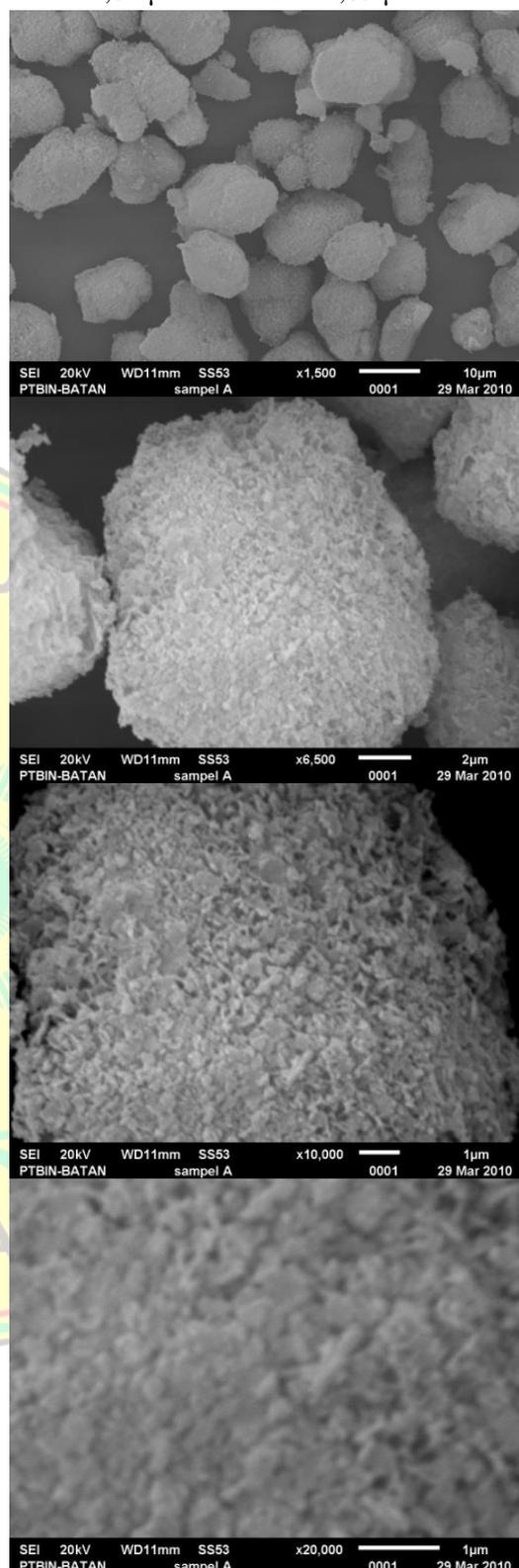
Sesuai dengan data JCPDS No. 70-0364 dan No. 20-0024 maka fasa yang terbentuk setelah powder CaP dikalsinasi pada temperatur 1000°C adalah $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ dan $\text{Ca}_2\text{P}_2\text{O}_7$, dengan ukuran kristal 51,65 nm. Hasil XRD yang didapatkan ini sama dengan hasil penelitian yang dilakukan sebelumnya oleh Deepak, *et al* (2005), pada kalsinasi 1000°C terjadi perubahan komposisi fasa dari *hydroxiapatite* (HAP) menjadi tricalcium fosfat ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ [TCP]) dan calcium pyrofosfat ($\text{Ca}_2\text{P}_2\text{O}_7$ [TCP]).

Analisis SEM (Scanning Electron Microscopy).

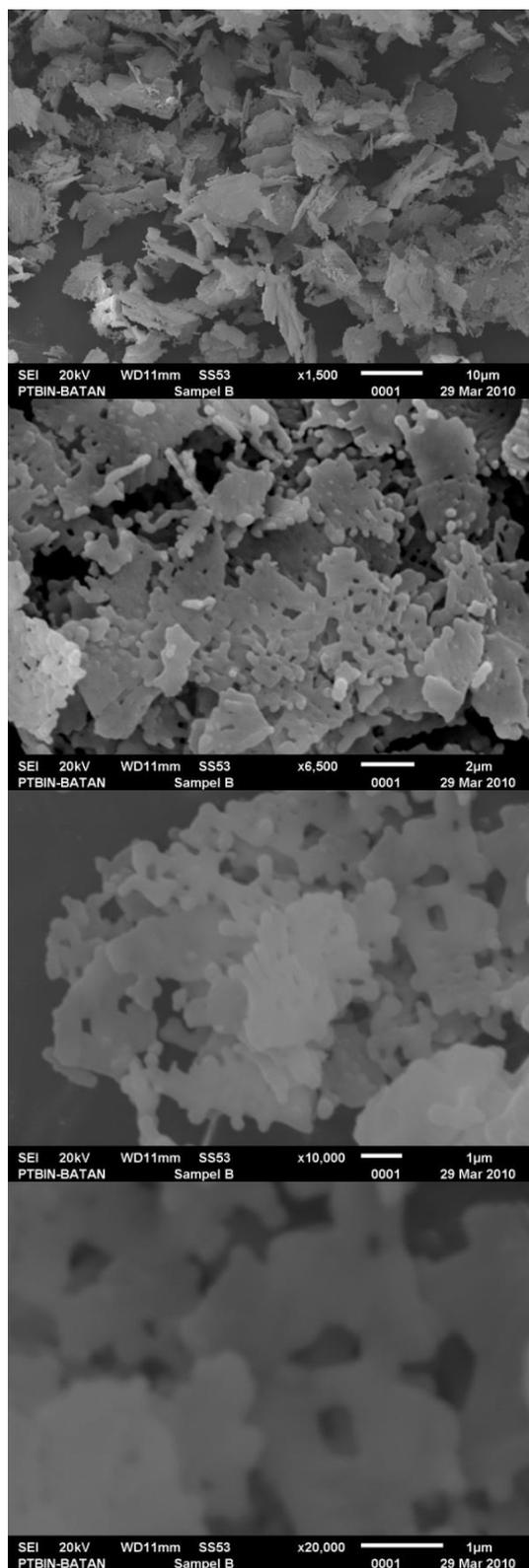
SEM merupakan analisis yang digunakan untuk mengkarakterisasi morfologi permukaan sampel. Karakterisasi dilakukan dengan cara menembaki permukaan sampel dengan elektron. Untuk karakterisasi SEM ini sampel kalsium fosfat yang dikarakterisasi hanya tiga buah saja yaitu sampel powder kalsium fosfat kalsinasi 600°C dan 1000°C dengan $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ sebagai sumber fosfat dan sampel powder kalsium fosfat kalsinasi 600°C dengan H_3PO_4 sebagai sumber kalsium fosfat.

Pengukuran SEM ini dibuat dengan empat jenis pembedaran yaitu 1500x, 6500x, 10.000x dan 20.000x. Pada gambar 6, hasil SEM dari partikel *hydroxiapatite* memperlihatkan bentuk

spheric atau seperti bola, dengan ukuran panjang partikel $14,07\ \mu\text{m}$ dan lebar $11,85\ \mu\text{m}$.



Gambar 6. SEM powder kalsium fosfat kalsinasi 600°C dengan $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ sebagai sumber fosfat



Gambar 7. SEM powder kalsium fosfat kalsinasi 1000°C dengan $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ sebagai sumber fosfat

Gambar 7 menunjukkan gambar SEM dari powder kalsium fosfat yang dikalsinasi pada temperatur 1000°C dengan $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ sebagai

sumber fosfat. Dari gambar terlihat gumpalan partikel yang tidak sama besar dengan panjang partikel 4,05 μm dan lebar 3 μm . Hal ini mungkin saja berhubungan dengan temperatur kalsinasi dimana dengan meningkatnya temperatur akan meningkatkan aktivitas pertumbuhan partikel sehingga partikel memiliki kecenderungan untuk bergabung membentuk gumpalan sehingga terjadi penurunan area permukaan. Hasil SEM yang didapatkan ini sama dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh D.R.R. Izzar, *et al*, dimana powder yang dikalsinasi pada temperatur 1000°C, teramati gumpalan partikel dengan ukuran yang hampir sama, dimana menurutnya pada kalsinasi 1000°C dimulai peningkatan ukuran partikel sehingga terjadi penurunan area permukaan spesifik [10].

Analisis TGA-DTA.

Gambar kurva TGA-DTA dari sampel kalsium fosfat dengan $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ sebagai sumber fosfat setelah dikeringkan. Dari kurva TGA dapat diamati terjadi kehilangan berat dimulai dari temperatur 100 sampai 800°C yang dapat diasumsikan lepasnya molekul air yang terserap oleh powder kalsium fosfat. Dari kurva DTA terlihat puncak pada temperatur 200°C yang menunjukkan mulai terjadinya perubahan fasa.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka diperoleh kesimpulan bahwa variasi kalsinasi mempengaruhi morfologi dan komposisi fasa dari senyawa kalsium fosfat yang dihasilkan. Fasa yang terbentuk sebelum sampel powder fosfat dikalsinasi dengan $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ sebagai sumber fosfat adalah $\text{Ca}_2\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ dengan ukuran kristal 67 nm. Ketika sampel powder kalsium fosfat dikalsinasi pada temperatur 600°C fasa yang terbentuk dengan menggunakan $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ sebagai sumber fosfat adalah *hydroxiapatite* (HAP) dengan ukuran kristal 8,66 nm. Dan ketika sampel dikalsinasi pada temperatur 1000°C fasa yang dihasilkan yaitu $\text{Ca}_2\text{P}_2\text{O}_7$ dan $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$.

5. DAFTAR KEPUSTAKAAN

- Oates, T.1990. *Lime and Limestone*. In Ullmans Encyclopedia of Industrial Chemistry. Vol 15, Germany. pp:247-261. [1]
- Dinas Energi dan Sumber Daya Mineral Propinsi Sumatera Barat. 2008. *Informasi Potensi Sumber Daya Mineral dan Energi Propinsi Sumatera Barat*. Hal. 1-5. [2]
- Shaobing Zhou, Qiuxiang Su, Xiaohong Li, Jie Weng. 2006. *A Novel in Situ Synthesis of Dicalcium phosphate Dehydrate Nanocrystals in Biodegradable Polymer Matrix*. Material Science and Engineering. Pp: 341-345. [3]
- Jae-Kil Han, Ho-Yeon Song, Fumio Saito, Byong-Taek Lee. 2006. *Synthesis of High Purity Nanosized Hydroxiapatite Powder by Microwave- Hydrothermal Methods*. Material Chemistry and Physics. Pp: 235-239. [4]
- Mobasherpour, I. M. Soulati Heshajin, A. Kazemdeh, M. Zakeri. 2007. *Synthesis of Nanocrystalline Hydroxiapatite by Using Precipitation Method*. *Journal of Alloys and Compounds*. pp: 330-337. [5]
- Deepak K. Pattanayak, Rajalaxmi Dash, R. C. Prasad, B.T. Rao, T.R. Rama Mohan. 2006. *Synthesis and Sintered Properties Evaluation of Calcium phosphate Ceramics*. Department of Metallurgical and Materials Science, Indian Institute of Technology, Bombay, Mumbai, 400076, India. [6]
- Hidekazu Tanaka, Masatoshi Chikazawqa, Kazuhiko Kandori and Tatsuo Ishikawa. 2000. *Influence of Thermal Treatment on The Structure of Calcium Hydroxiapatite*. [7]
- “Fourier Transform Infrared Spektroskopi”, <http://info-wcas@bodycote.com>, (14/06/2008). [8]
- Weller M. T. 1994. *Inorganic Material Chemistry*, Oxford University Press, Tokyo, pp 15-25. [9]
- D. R. R. Lazar, S. M. Chunha., V Ussui., E. Francio., N.B. deLima., A.H.A. Bressiani. 2006. *Effect of Calcination Conditions on Phase Formation of Calcium phosphates Ceramics Synthesized by Homogenous Precipitation*. Materials Science Forum. Vols 530-531. pp: 612-617. [10]

PENGARUH SUHU AIR PADA PROSES PENGGILINGAN KEDELAI (*Glycin Max* (L) Merrill) TERHADAP KADAR PROTEIN SUSU DENGAN METODE SPEKTROFOTOMETRI UV-Vis

Yuni Fatisa, Maslinda

Jurusan Pendidikan Kimia, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN SUSKA-Riau

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian pengaruh suhu air pada proses penggilingan kedelai terhadap kadar protein susu kedelai. Variasi suhu air yang digunakan dalam penelitian ini adalah: 30,40,60 dan 100 °C. Untuk menentukan pengaruh suhu air pada proses penggilingan kedelai terhadap kadar protein susu kedelai digunakan analisis data anova satu arah dengan taraf signifikansi 5 % dan 1 %. Hasil analisis menunjukkan bahwa variasi suhu air yang digunakan pada proses penggilingan kedelai berpengaruh nyata terhadap kadar protein susu kedelai. Dimana kadar protein pada suhu 30°C adalah 2,583%, 40°C adalah 3,789%, 60°C adalah 4,415%, 80 °C adalah 3,876 dan 100 °C adalah 2,189%. Dari hasil penelitian diperoleh kadar protein tertinggi didapat dari penggilingan yang menggunakan air suhu 60 °C.

Kata Kunci: suhu air, protein, susu kedelai

1. PENDAHULUAN

Kedelai (*Glycine max* (L) Merrill) merupakan salah satu tanaman sumber protein yang penting di Indonesia. Diantara jenis kacang-kacangan, kandungan protein kedelai paling tinggi (Sudarsih & Kurniati, 2009). Kedelai juga mengandung isoflavon yang memiliki efek menguntungkan kesehatan manusia, diantaranya mencegah kanker, penyakit jantung, osteoporosis dan *menopausal symptoms* (Dubravka & Mirjana, 2007)

Bagian paling penting dari tanaman kedelai adalah bijinya. Biji kedelai dapat diolah menjadi berbagai jenis produk olahan. Produk olahan kedelai dapat diklasifikasikan menjadi dua kelompok, yaitu produk fermentasi dan nonfermentasi. Produk non fermentasi hasil olahan tradisional yang berpotensi dipasarkan diantaranya tahu dan susu kedelai, sedangkan produk fermentasi berupa tempe, kecap dan tauco. Produk hasil olahan industri modern sebagian besar terdiri atas produk non fermentasi, beberapa diantaranya adalah minyak kedelai, tepung kedelai dan daging sintetik atau TVP (*Texturized Vegetable Protein*). Sedangkan produk fermentasi hasil pengolahan industri modern diantaranya yogurtr kedelai (*soyghurt*) dan keju kedelai (*soycheese*) (Koswara, 1995).

Susu kedelai merupakan minuman bergizi tinggi dan sejak abad ke-2 SM sudah dibuat di

China. Dari sana kemudian berkembang ke Jepang dan setelah Perang Dunia II masuk ke Negara-negara Asean. Susu kedelai merupakan salah satu produk kedelai yang memiliki kelebihan, antara lain relative lebih murah dibandingkan susu sapi, bergizi tinggi, sesuai bagi penderita *lactose intolerance*, tidak mengandung kolesterol dan tidak menyebabkan alergi. (Ginting, dkk, 2009). Jika dibandingkan dengan susu sapi, protein susu kedelai mempunyai susunan asam amino yang mirip susu sapi sehingga dapat menjadi alternative pengganti susu sapi. Susu kedelai adalah cairan berwarna putih seperti susu sapi, tetapi dibuat dari ekstrak kedelai. Untuk memperoleh susu kedelai yang layak dikonsumsi manusia, diperlukan beberapa persyaratan, diataranya bebas rasa lungu, bebas antitripsin dan memiliki stabilitas koloid yang mantap (Koswara, 1995).

Dalam pembuatan susu kedelai di lakukan melalui beberapa tahapan yakni perendaman, perebusan, penghilangan kulit ari, penggilingan dan penyaringan. Pada proses penggilingan, air digunakan sebagai pelarut. Hal ini dikarenakan protein yang terdapat pada kedelai berupa legumelin dan glisin. Legumelin merupakan kelompok albumin yang bersifat larut dalam air sedangkan glisin merupakan kelompok globulin yang bersifat tidak larut dalam air (Maryam S, 2007). Dari segi struktur susunan molekul,

protein tersebut merupakan protein globular. Salah satu faktor yang mempengaruhi kelarutan protein globular adalah temperatur.

Protein merupakan salah satu zat gizi yang berubah oleh pemanasan. Kebanyakan protein pangan terdenaturasi jika dipanaskan pada suhu yang moderat (60-90°C) selama satu jam atau kurang. Dari penelitian sebelumnya, didapatkan bahwa suhu perendaman berpengaruh terhadap kadar protein susu kedelai. Jika suhu perendaman melebihi suhu optimum, maka kadar protein semakin menurun (Sundarsih dan Kurniati, 2009). Denaturasi akan menyebabkan perubahan struktur protein dimana pada keadaan terdenaturasi penuh, hanya struktur primer protein saja yang tersisa, protein tidak lagi memiliki struktur sekunder, tersier dan kuartener. Akan tetapi belum terjadi pemutusan ikatan peptida pada kondisi terdenaturasi penuh. Denaturasi protein yang berlebihan dapat menyebabkan insolubilitasi yang dapat mempengaruhi sifat-sifat fungsional protein yang tergantung pada kelarutannya.

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, maka kami lakukan penelitian dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh suhu air pada proses penggilingan kedelai (*Glycine Max* (L) Merrill) terhadap kadar protein susu dengan metode Spektrofotometri UV-VIS.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah termometer, spektrofotometer, Sentrifus, pH meter, blender, dan alat-alat gelas. Bahan yang digunakan adalah kedelai kering, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, Kalium natrium tartarat ($\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$), NaOH 10 %, Amonium Sulfat, Bovin Serum Albumin (BSA), aquades.

Pembuatan susu kedelai

Pembuatan susu kedelai menggunakan Metode Pusat Pengembangan Teknologi Pangan (Pusbangtepa IPB), sebagai berikut: Kedelai sebanyak 25 gram dicuci bersih, kemudian direndam dalam baskom yang berisi air selama kurang lebih 8 jam pada suhu kamar. Kedelai yang telah direndam selanjutnya direbus pada

suhu 80°C selama 15 menit. Kedelai yang telah direbus dicuci dan dihilangkan kulit arinya. Selanjutnya kedelai digiling dengan blender yang telah diisi dengan 200 ml air pada suhu air 30 °C selama lima menit. Perlakuan yang sama dilakukan pada kedelai yang diblender untuk suhu 40, 60, 80, 100 °C. Bubur kedelai disaring, sehingga diperoleh susu kedelai.

Pengukuran kadar protein

Pengukuran kadar protein dilakukan dengan Spektrofotometer UV-Vis, dengan cara: sampel protein dari susu kedelai diendapkan dengan penambahan kristal ammonium sulfat (sampai mendekati kejenuhan ammonium sulfat dalam larutan). Protein yang mengendap disentrifugasi dengan kecepatan 11.000 rpm selama 10 menit, pisahkan supernatannya. Endapan yang merupakan protein kemudian dilarutkan kembali dengan dapar asetat pH 5 sampai 10 ml. Selanjutnya 0,9 ml sampel ditambahkan pereaksi biuret 0,8 ml dan ditambahkan 1,3 ml larutan dapar asetat pH 5, didiamkan selama 10 menit pada suhu kamar.

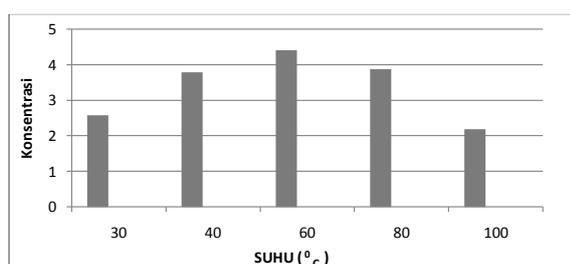
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini, pembuatan susu kedelai mengikuti metode Pusbangtepa ITB yang diawali dari perendaman kedelai selama 8 jam. Perendaman ini bertujuan untuk melunakkan struktur selular kedelai sehingga mudah digiling. Setelah direndam, dilanjutkan dengan perebusan kedelai pada suhu 80°C selama 15 menit, untuk menginaktifkan antin tripsin yang terdapat pada kedelai, menghilangkan bau lungu yang disebabkan oleh kerja enzim lipoksigenase yang terdapat pada biji kedelai, dimana enzim tersebut bereaksi dengan lemak sewaktu dinding sel pecah oleh penggilingan, terutama jika penggilingan dilakukan secara basah dengan suhu dingin. Enzim lipoksigenase mudah rusak oleh panas. Selain itu, perebusan juga dapat mempermudah pengelupasan kulit ari.

Selanjutnya kedelai digiling menggunakan blender dengan air dengan perbandingan 1: 8. Ekstraksi protein kedelai dengan air ini dilakukan untuk mengekstrak protein dari kedelai. Pada proses ekstraksi terbentuk dua fase seimbang

antara refinat dan ekstrak, dimana fase refinat berupa ampas mengandung protein yang bersifat tidak larut dalam air seperti globulin, sedangkan fase ekstrak mengandung protein yang bersifat larut dalam air seperti legumelin yang merupakan protein kelompok albumin yang umumnya terdapat pada polong-polongan.

Pada proses penggilingan kedelai ini, suhu air yang digunakan bervariasi yaitu 30, 40, 60, 80 dan 100 °C. Kemudian dilanjutkan dengan penyaringan sehingga diperoleh susu kedelai.



Pada Gambar. Di atas terlihat bahwa proses penggilingan kedelai dengan menggunakan air dengan suhu 30 °C sampai 60 °C kadar protein mengalami peningkatan, sedangkan pada suhu 80 °C-100 °C kadar protein mengalami penurunan. Kadar protein terendah terdapat pada suhu 100 °C yaitu 2,189 %, sedangkan kadar protein tertinggi 4,415 % diperoleh pada suhu 60 °C.

Hal ini berarti bahwa kadar protein susu kedelai bertambah dengan bertambahnya suhu, dan suhu air yang optimum pada proses penggilingan kedelai adalah suhu 60 °C.

Dari hasil uji anova satu arah diperoleh taraf signifikan 5 % dan 1 %, yang berarti variasi suhu yang digunakan pada proses penggilingan berpengaruh nyata terhadap kadar protein susu kedelai. Sedangkan dari hasil uji Tukey's HSD menunjukkan suhu air optimum digunakan saat menggiling kedelai adalah 60 °C.

Berpengaruhnya suhu air pada proses penggilingan kedelai dikarenakan penambahan air saat menggiling tidak lain merupakan proses pelarutan protein globular (legumelin) yang terdapat pada kedelai, adanya interaksi antara molekul pelarut polar atau air dengan molekul protein polar (legumelin) yang ada dalam kedelai akan mengakibatkan terlarutnya protein tersebut.

Pertambahan suhu air yang digunakan pada saat menggiling akan menyebabkan bertambahnya gerakan molekul-molekul yang berinteraksi, dengan bertambahnya molekul-molekul yang berinteraksi maka tumbukan antara molekul satu dengan lainnya akan bertambah. Dampak dari proses interaksi yang semakin bertambah, maka protein legumelin yang terlarut dalam air akan semakin bertambah.

Akan tetapi, pada suhu di atas 60 °C kadar protein semakin berkurang, hal ini dikarenakan ikatan protein di atas suhu 60 °C mulai mengalami denaturasi (Sundarsih dan Kurniaty, 2009). Pada penelitian lain yang mengkaji cara pengolahan dengan suhu tinggi pada tempe kedelai hitam terhadap kualitas protein *in vitro* yaitu pengolahan dengan perebusan, pengukusan, penggorengan dan pemanggangan mendapatkan bahwa kadar protein (bobot kering) tertinggi pada tempe kedelai hitam terdapat pada proses pengukusan dan terendah pada penggorengan (Nurhidajah, dkk). Protein yang terdenaturasi berkurang kelarutannya, sehingga penggilingan pada suhu ini dan suhu yang lebih tinggi, kandungan protein susu kedelai lebih rendah. Struktur protein yang terdenaturasi biasanya akan rusak, lapisan molekul protein bagian dalam yang bersifat hidrofobik berbalik keluar, sedangkan bagian luar yang bersifat hidrofilik terlipat ke dalam sehingga mengalami koagulasi (Winarno, 2004).

4. KESIMPULAN

Variasi suhu air yang digunakan pada proses penggilingan kedelai berpengaruh terhadap kadar protein susu kedelai. Semakin tinggi suhu air, semakin tinggi pula kadar protein yang dihasilkan, namun penggilingan kedelai dengan suhu di atas 60 °C menunjukkan penurunan kadar protein, karena protein mengalami denaturasi. Suhu optimum yang diperoleh dalam penelitian ini adalah suhu 60 °C.

5. DAFTAR PUSTAKA

Dubravka Stajner, Mirjana Milosevic, Boris. M. Popovic, Irradiation Effects On Pheolic Content, Lipid and Protein Oxidation And Scavenger Ability Of SoybeanSeeds.

- International Journal Of Moleculer Science, Serbia 2007.
- Ginting, E, dkk, Varietas Unggul Kedelai Untuk Bahan Baku Industri Pangan, Jurnal Litbang Pertanian,. Malang, 2009.
- Maryam, Siti, Penentuan Suhu Optimum pada Saat Menggiling Kedelai untuk Menghasilkan Tahu Berkualitas JPPSH I (2) 2007
- Nurhidajah , dkk, Daya Terima dan Kualitas In Vito Tempe Kedelai Hitam (Glicine soja) yang diolah Pada Suhu Tinggi, Tesis Program Magister Gizi Masyarakat Universitas Diponegoro Semarang
- Sundarsih Dan Kurniati, Yuliana, Pengaruh Suhu dan lama Perendaman Kedelai Pada Tingkat Kesempurnaan Ekstraksi Protein Dalam Proses Pembuatan Tahu. Makalah Penelitian, Teknik Kimia Fakultas Teknik Kimia Universitas Diponegoro, Semarang, 2009.
- Koswara, Yuliana, Teknologi Pengolahan Kedelai, Pustaka Sinar Harapan, Jakarta, 1995.
- Winarno, Kimia Pangan dan Gizi, PT Gramedia: Jakarta



ANALISA KANDUNGAN LOGAM BERAT DAN ION ASAM (NITRAT DAN SULFAT) DALAM AIR ISI ULANG DI PEKANBARU

Lazulva, Richa Elni Windri dan Melda

Jurusan Pendidikan Kimia, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim, Riau 28293, Indonesia.

E-mail: lazoelva_1154@yahoo.com

ABSTRAK

Analisa kandungan logam berat pada air baku dan air isi ulang di daerah Panam, Tangkerang, dan Gobah, Pekanbaru telah dilakukan. Logam berat yang dianalisa adalah Fe dan Cu. Hasilnya menunjukkan bahwa kadar logam berat pada air baku dan air isi ulang relatif rendah dan masih sesuai dengan nilai ambang batas (NAB) syarat kualitas air minum yang ditetapkan dalam Peraturan Menteri Kesehatan RI. Selain logam berat juga diukur parameter fisika dan kimia seperti suhu, warna dan pH, nitrat dan sulfat. Hasilnya menunjukkan parameter fisika masih sesuai dengan NAB yang ditetapkan dalam Peraturan Menteri Kesehatan. Untuk parameter kimia yaitu nitrat dan sulfat masih sesuai dengan NAB, namun untuk pH masih belum memenuhi syarat air minum karena pH air baku dan isi ulang nya dibawah standar yang telah ditentukan.

Kata kunci: logam, ambang, kesehatan, parameter

1. PENDAHULUAN

Air adalah sangat penting bagi kehidupan manusia. Di dalam tubuh manusia itu sendiri sebagian besar terdiri dari air. Tubuh orang dewasa, sekitar 55-65% berat badan terdiri dari air, untuk anak-anak sekitar 65%, dan untuk bayi sekitar 80%. Kehilangan air untuk 15% dari berat badan dapat mengakibatkan kematian. Bagi manusia, kebutuhan akan air mutlak, karena sebenarnya zat pembentuk tubuh manusia sebagian besar terdiri dari air. Oleh karena itu kehidupan ini tidak mungkin dapat dipertahankan tanpa air [1-4].

Mengonsumsi air minum dari depot isi ulang kini jadi pilihan baru. Selain praktis karena tidak perlu dimasak lagi, mudah mendapatkannya dan harganya yang relatif terjangkau. Air yang tidak memenuhi persyaratan kesehatan dapat menyebabkan gangguan bagi yang mengkonsumsinya [5]. Adapun persyaratan yang layak minum adalah air yang memenuhi persyaratan bakteriologis, kimiawi, tidak mengandung logam berat yang diakibatkan oleh limbah, radioaktif dan fisika. Jenis logam berat yang tergolong memiliki toksisitas tinggi antara lain Hg, Cd, Cu, Ag, Ni, Pb, As, Cr, Sn, Zn dan Mn. [6-8]. Air minum adalah air yang melalui proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan langsung

dapat diminum. Berdasarkan pengertian tersebut, maka kualitas air minum harus memenuhi standar persyaratan yang diatur dalam Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 492/MENKES/PER/IV/2010 tentang syarat-syarat dan pengawasan kualitas air. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kadar beberapa logam berat dan parameter fisika serta kimia dari air baku dan air isi ulang yang terdapat di kota Pekanbaru.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Bahan. Bahan yang digunakan adalah FeSO_4 , kristal KNO_3 , H_2SO_4 p.a. $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, HNO_3 p.a. BaCl_2 , Na_2SO_4 dan akuades.

Alat. Alat yang digunakan adalah water sampler, peralatan AAS tipe AA 6200, Spektrofotometer UV-Vis-1601 Shimadzu, pH meter, termometer, oven, timbangan analitik, labu ukur 100 mL, Labu ukur 500 mL, Erlenmeyer 250 mL, kertas Whatman No.40 dan Aluminium Foil

Perlakuan Sampel.

Sampel yang telah diambil diuji pH nya, lalu sampel langsung dibawa ke laboratorium. Sampel lalu diawetkan dengan perlakuan: a). Sampel untuk analisa logam berat diawetkan dengan penambahan HNO_3 p.a sampai $\text{pH} \leq 2$. Kemudian botol dibungkus dengan aluminium

foil dan dimasukkan ke dalam lemari pendingin b). Sampel untuk analisa nitrat diawetkan dengan penambahan H_2SO_4 p.a sampai $pH \leq 2$. Kemudian dibungkus dengan aluminium foil dan dimasukkan ke dalam lemari pendingin.

Metode Analisa.

Untuk pembuatan kurva standar, larutan standar Fe 100 ppm yang dibuat diambil dari larutan induk Fe 1000 ppm. Larutan ini diencerkan dengan konsentrasi 0,2; 0,4; 0,8; 2,0; dan 4,0 ppm sebagai larutan standar. Kemudian diukur dengan AAS pada panjang gelombang 248,3 (Fe) nm dan 324,8 nm (Cu).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penentuan Parameter Fisika.

Hasil analisa parameter fisika dari 3 tempat depot air minum isi ulang di Pekanbaru dapat dilihat pada tabel 1 dan 2.

Tabel 1. Hasil pengukuran parameter fisika untuk air baku

Kode Sampel	Suhu Udara (°C)	Suhu Air (°C)	Warna	Rasa	Bau
ABG	30	32	Tidak berwarna	Asam	Tidak berbau
ABT	29	30	Tidak berwarna	Asam	Tidak berbau
ABP	32	31	Tidak berwarna	Asam	Berbau
NAB*	-	Suhu Udara $\pm 3^\circ C$	Tidak berwarna	Tidak berasa	Tidak berbau

ABG (Air baku daerah Gobah), ABT (Air baku daerah Tangkerang), ABP (Air baku daerah Panam) *permenkes

Tabel 2. Hasil Pengukuran Parameter Fisika untuk Air Minum Isi Ulang

Kode Sampel	Suhu Udara (°C)	Suhu Air (°C)	Warna	Rasa	Bau
AMG	30	33	Tidak berwarna	Tidak berasa	Tidak berbau
AMT	29	31	Tidak berwarna	Tidak berasa	Tidak berbau
AMP	32	31	Tidak berwarna	Tidak berasa	Tidak berbau
NAB	-	Suhu	Tidak	Tidak	Tidak

	Udara $\pm 3^\circ C$	berwarna	berasa	berbau
--	-----------------------	----------	--------	--------

AMG (Air minum daerah Gobah), AMT (Air minum daerah Tangkerang), AMP (Air minum daerah Panam)

Table 1 dan 2 memperlihatkan perbandingan parameter fisika dari air baku dan air isi ulang pada depot air minum di tiga lokasi kota Pekanbaru yaitu Gobah, Tangkerang dan Panam. Berdasarkan table 1, parameter fisika untuk suhu berkisar dari suhu 30 hingga $32^\circ C$ dan air terlihat jernih (tidak berwarna) pada ketiga lokasi. Sedangkan untuk rasa ternyata air baku di tiga lokasi tersebut memiliki rasa asam dan air baku di daerah Panam berbau. Melihat kondisi daerah Pekanbaru yang banyak memiliki tanah rawa merupakan salah satu penyebab rasa air menjadi asam karena kandungan asam humatnya. Rasa juga dapat muncul secara alamiah akibat proses biologi, dan juga karena kontaminasi oleh bahan kimia atau hasil samping pengolahan air [9]. Setelah air baku diolah di depot air minum, hasil pengukuran parameter fisika yang dilakukan untuk air minum isi ulang terhadap tiga tempat depot air minum menunjukkan suhu air minum tertinggi yaitu pada sampel AMG ($33^\circ C$), tetapi masih dalam ketentuan yang ditetapkan (suhu udara $\pm 3^\circ C$). Dari segi warna, sampel air *minum* (AMG, AMT, dan AMP) telah memenuhi standar yang telah ditetapkan yaitu tidak berwarna. Begitupun penentuan rasa untuk air minumnya yaitu tidak berasa. Hal ini jelas telah memenuhi standar baku mutu air minum yang telah ditetapkan oleh [10] untuk suhu, warna, rasa dan bau.

Parameter Kimia.

Hasil pengukuran parameter Kimia air baku dan isi ulang di tiga *wilayah* kota Pekanbaru disajikan pada tabel 3 dan 4.

Tabel 3. Hasil Pengukuran Parameter Kimia Air Baku

Kode Sampel	pH	Besi (ppm)	Cu (ppm)	Nitrat (ppm)	Sulfat (ppm)
ABG	4,21	0,29	0,300	9,76	3,00
ABT	4,06	0,21	0,345	18,40	4,09
ABP	4,39	0,19	0,304	5,78	2,67

NAB	6,5-8,5	0,3	0,5	50	250
-----	---------	-----	-----	----	-----

Tabel 4. Hasil pengukuran parameter Kimia untuk air minum isi ulang

Kode Sampel	pH	Besi (ppm)	Cu (ppm)	Nitrat (ppm)	Sulfat (ppm)
AMG	4,14	0,33	0,350	9,33	3,38
AMT	3,99	0,25	0,300	16,18	4,76
AMP	5,49	0,14	0,332	5,38	2,95
NAB	6,5-8,5	0,3	0,5	50	250

Hasil pengukuran pH pada air baku dan air minum isi ulang di tiga lokasi menunjukkan nilai 4,21 dan 4,14 (Gobah); 4,06 dan 3,99 (Tangerang); 4,39 dan 5,49 (Panam). Nilai pH ini lebih rendah dari persyaratan kualitas air minum yang telah ditetapkan oleh [10] untuk kesehatan manusia yaitu berkisar dari pH 6,5 – 8,5. Hal ini menunjukkan bahwa air baku pada tiga lokasi ini belum layak untuk dikonsumsi langsung oleh masyarakat.

Kadar logam berat. Hasil pengukuran kadar logam berat di dalam air baku terlihat di tabel 3. Logam Fe dan Cu relatif masih rendah pada tiga lokasi dan belum melewati nilai NAB untuk syarat kualitas air minum. Kadar logam Fe tertinggi terdapat di wilayah Gobah yaitu 0,29 ppm dan logam Cu tertinggi 0,345 ppm di daerah Tangerang. Pada tabel 4 menunjukkan Fe dan Cu pada air minum isi ulang masih relatif rendah tetapi air minum isi ulang di lokasi Gobah menunjukkan konsentrasi yang melewati NAB yaitu 0,33 ppm. Tembaga berperan penting untuk pembuatan sel darah merah, pelepasan zat besi dari jaringan, pembuatan tulang dan syaraf sentral serta jaringan pengikat yang lain. Tembaga juga merupakan komponen enzim tertentu. Dengan jumlah yang berlebihan akan mengakibatkan iritasi lambung, kerusakan pembuluh darah kapiler, kerusakan jaringan hati, ginjal dan jaringan syaraf yang mengakibatkan terjadi depresi. Defisiensi Cu dapat menyebabkan anemia dan pertumbuhan terhambat. Gejala lainnya adalah gangguan pada tulang, kemandulan, depigmentasi pada rambut, gangguan saluran pencernaan. Pada konsentrasi

rendah tembaga dibutuhkan untuk metabolisme dalam tubuh [11]. Seharusnya apabila air baku yang telah mengalami proses pengolahan menjadi air minum setidaknya dapat mengurangi kadar bahan-bahan yang terlarut dalam air. Hal tersebut bisa saja terjadi karena kemungkinan pada proses pengolahan air minumnya yang menggunakan media seperti karbon aktif telah mengalami kondisi jenuh, dimana karbon aktif tersebut sudah tidak bisa lagi menyerap atau mengurangi bahan-bahan yang terlarut dalam air. Di samping itu juga korosi yang terjadi di dalam alat pengolahan air minum dapat menyebabkan bertambah banyaknya konsentrasi besi di dalam air minum tersebut.

Selain logam berat juga dilakukan pengukuran terhadap kandungan nitrat dan sulfat. Kadar nitrat dan sulfat untuk air baku dan air minum isi ulang terlihat pada tabel 3 dan 4. Hasil analisa nitrat dan sulfat pada sampel air baku menunjukkan bahwa konsentrasi nitrat tertinggi terdapat pada sampel di lokasi Tangerang sebesar 18,40 ppm dan 4,09 ppm. Sedangkan untuk air minum isi ulang kadar nitrat dan sulfatnya pada lokasi yang sama telah mengalami penurunan menjadi 16,18 ppm dan 4,76 ppm dan nilai ini belum melewati NAB yang telah ditetapkan oleh [10] untuk syarat kualitas air minum. Jumlah nitrat yang besar cenderung untuk berubah menjadi nitrit di dalam usus, yang dapat bereaksi langsung dengan haemoglobin dalam darah membentuk “methaemoglobine” yang dapat menghalangi perjalanan oksigen di dalam tubuh. Sulfat terdapat secara alamiah dalam berbagai mineral dan digunakan dalam industri kimia. Sulfat dilepaskan ke dalam air dari limbah industri dan melalui air hujan. Namun demikian, kadar tertinggi biasanya muncul pada air tanah dan dari sumber-sumber alam.

4. KESIMPULAN

Parameter fisika dari air baku dan air minum isi ulang yang terdapat pada tiga lokasi di kota Pekanbaru masih memenuhi persyaratan kualitas air yang ditetapkan oleh Menteri Kesehatan. Kadar logam berat pada air baku pada tiga lokasi di kota Pekanbaru masih memenuhi syarat kualitas air minum yang ditetapkan oleh Menteri

Kesehatan, sedangkan pada air minum isi ulang pada satu lokasi yaitu di Gobah melebihi NAB.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Notoatmodjo, Soekidjo. 2003. Ilmu Kesehatan Masyarakat. Jakarta: Rineka Cipta. [1]
- Slamet, Soemirat, Juli. 1995. Kesehatan Lingkungan. Jakarta: UGM Press. [2]
- Aziz, Paulina. Jurnal Kajian Kualitas Air Minum Isi Ulang di Kota Pekanbaru. [3]
- Akhmad, Rukaesih. 2004. Kimia Lingkungan. Jakarta: Andi Offset. [4]
- Lubis, Hayati dkk. Pemeriksaan Cemarkan Bakteri dan Beberapa Logam Berat pada Air Minum Isi Ulang yang Beredar di Kota Medan. 17 Januari 2011. [5]
- N. D. Tumin, A.L. Chuah, Z. Zawani, S.A. Rashid, Journal of Engineering Science and Technology, 3/2 (2008) 180. [6]
- A. Kapoor, T. Vararaghavan, D.R. Cullimore, Bioresource Technology 70 (1999) 95. [7]
- D.S. Kim, Bioresource Technology 87 (2003) 35 [http://www. sciencedirect.com]. [8]
- Direktorat Penyehatan Air. 1996. Dasar Penetapan Dampak Kualitas Air terhadap kesehatan Masyarakat. Departemen Kesehatan: Bakti husada. [9]
- Persyaratan Kualitas Air Minum, Peraturan Menteri Kesehatan No. 492/MENKES/IV/2010. [10]
- Darmono. 2001. Lingkungan Hidup dan Pencemaran: Hubungannya dengan Toksikologi Senyawa Logam. Jakarta: UI Press. [11]



IDENTIFIKASI GUGUS FUNGSI DAN KANDUNGAN MINERAL LEMPUNG PACITAN DENGAN *SPEKTROSKOPI INFRA RED (IR)* *X-RAY DIFFRACTION (XRD)*

Pangoloan Soleman

Dosen Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN SUSKA Riau
Solemanriau@yahoo.co.id

ABSTRACT

Clay is natural mineral from silicate family like crystal which has approximately 2 micrometer. There are two component unit of atom in clay mineral. One consists of oxygen or hidroksida with alumunium, iron or magnesium that coordinated in octahedral system. Others, it is tetrahedral system from silicon with oxygen or hidroksida. Based on IR analysis, it can be known that metal–OH bending vibrations it can be seen at $912,3\text{ cm}^{-1}$ wavelength. On the other bands between $694,3$ and $754,1\text{ cm}^{-1}$ that are Si–O bending vibrations. X-Ray Diffraction (X-RD) analysis be seen main peak at $2\theta = 5,70^\circ$ ($d_{001}=15,48\text{ \AA}$) and $2\theta = 20,02^\circ$ ($d_{001}=4,43\text{ \AA}$). That are for smectite mineral kind montmorillonite as main unit in clay from Pacitan

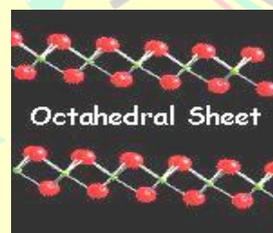
Keywords: Lempung, Clay, Montmorillonit, IR, XRD

1. PENDAHULUAN

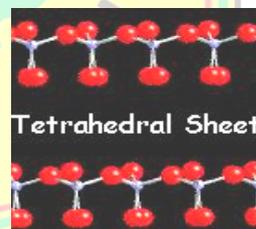
Lempung dapat didefinisikan sebagai campuran partikel-partikel pasir, debu dan bagian-bagian tanah liat yang mempunyai sifat-sifat karakteristik yang berlainan dalam ukuran yang kira-kira sama. Salah satu ciri partikel-partikel tanah liat adalah mempunyai muatan ion positif yang dapat dipertukarkan. Material ini mempunyai daya serap dengan berubahnya kadar kelembapan. Tanah liat mempunyai luas permukaan yang sangat besar (Mahida, 1984).

Lempung adalah mineral alam dari keluarga silikat yang berbentuk kristal dengan struktur berlapis berukuran lebih kecil dari 2 mikrometer. Menurut Grim (1968) terdapat dua unit penyusun yang terlibat dalam kisi-kisi atom pada sebagian besar mineral lempung. Satu unit tersusun dari oksigen atau hidroksida dengan alumunium, besi atau magnesium yang terkoordinasi dalam sistem oktahedral. Penggabungan dari unit-unit oktahedral ini dapat membentuk struktur lapis oktahedral seperti terlihat pada gambar 1. Sedangkan unit pembangun yang lain adalah sistem tetrahedral dari silikon dengan oksigen atau hidroksi. Rangkaian unit-unit tetrahedral ini juga dapat membentuk struktur lapis tetrahedral seperti terlihat pada gambar 2. Diantara lapisan terdapat kation-kation yang berfungsi

menyeimbangkan muatan negatif yang ada pada bidang lapisnya.



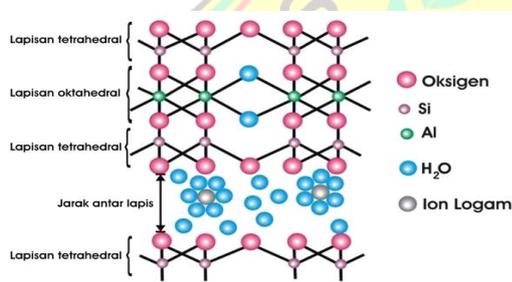
Gambar 1. Lembaran oktahedral



Gambar 2. Lembaran Tetrahedral

Pengelompokan lempung dapat didasarkan atas struktur dan komposisinya (Pinnavaia, 1983). Berdasarkan strukturnya lempung dibagi menjadi 3 golongan yaitu: kristalin (*crystalline minerals*), amorf (*amorphous*) dan campuran (*mixed layered*). Sementara itu mineral kristalin dibedakan menjadi mineral berlapis (*layered mineral*) dan mineral berserabut (*fibrous minerals*). Menurut Theng (1977), berdasarkan perbandingan struktur tetrahedral dan

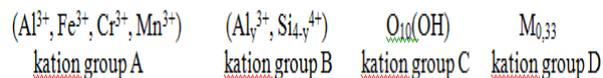
oktahedralnya, mineral berlapis dibedakan menjadi 3 yaitu: (1). mineral tipe 1:1, mineral yang terdiri dari satu lapisan oktahedral dan satu lapisan tetrahedral, misalnya kaolin dan sepeintin, (2). mineral tipe 2:1, mineral yang terdiri dari dua lapisan oktahedral dan satu lapisan tetrahedral, misalnya monmorillonit, mika dan vermiculit, (3). mineral tipe 2:1:1, mineral yang merupakan jenis 2:1 dengan satu lapisan oktahedral tambahan yang tersusun berselang seling, misalnya klovit. Dalam kelompok mineral tersebut, monmorillonit adalah kelompok mineral yang paling menarik karena kemampuannya untuk mengembang (swelling) dan mempunyai kapasitas penukar ion yang tinggi sehingga mampu mengakomodasi kation antar lapisnya dalam jumlah besar (Ogawa, 1992 ; Wijaya 2000). Struktur montmorillonit dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Struktur Montmorillonit

Lempung bentonit merupakan partikel-partikel dengan sifat koloid yang tinggi, lempung plasis yang pertama kali ditemukan di Fort Benton (Wyoming, Amerika Serikat). Lempung bentonit mempunyai sifat yang khas yaitu mampu mengembang menjadi beberapa kali lipat dari volume awalnya bila ditempatkan dalam air (Grim, 1968). Lempung bentonit adalah jenis lempung yang tersusun dari mineral montmorillonit yang tidak murni, Kristal lempung bentonit berbentuk seperti lempeng dengan kisi menyerupai phirophilit dan setiap unit lapisnya memiliki muatan permukaan negatif. Lempung bentonit mempunyai warna yang beragam, tetapi biasanya kuning sampai kuning kehijau-hijauan. Dalam keadaan kering lempung bentonit berwarna krem dengan titik lebur berkisar 1330-1430°C.

Kandungan montmorillonit dalam lempung bentonit biasanya melebihi 90%, sedangkan menurut Grimshaw dan Searli (1960), struktur kimia monmorillonit secara umum dapat ditulis:



Kation group A adalah kation yang terdapat dalam struktur oktahedral, kation group B adalah kation dalam struktur tetrahedral. Sedangkan anion group C terdiri dari oksigen dan hidroksil. Kation group D adalah kation yang terabsorpsi oleh monmorillonit dan dapat ditukar dengan ion lain.

2. METODOLOGI PENELITIAN

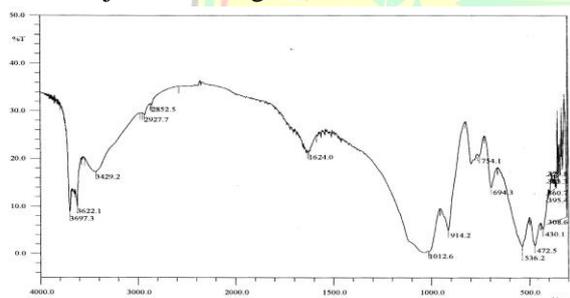
Tanah lempung alam yang telah dikeringkan kemudian digerus dan diayak. Lempung yang lolos 80 mesh dan tidak lolos 200 mesh digunakan untuk penelitian. Lempung ini kemudian dicuci dengan akuades, selanjutnya disaring dan dikeringkan dalam oven pada temperatur 110 – 120 °C selama 2 jam. Lempung ini digerus dan diayak dengan ayakan 80 mesh. Sampel ini digunakan untuk analisis gugus fungsi menggunakan metode spektroskopi *infra red* (IR) dan analisis kandungan mineralnya menggunakan metode difraksi sinar-X (XRD) serta analisis komposisi kimia senyawa penyusun lempung dengan metode *X-Ray Fluorescence* (XRF).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Lempung alam umumnya ditemukan dalam bentuk campuran beberapa jenis lempung. Oleh karena itu aplikasi komersial lempung alam biasanya didasarkan pada dominansi satu jenis lempung tertentu dibandingkan jenis lempung yang lain. Bentonit misalnya, merupakan lempung alam dengan kandungan lempung jenis monmorillonit lebih dari 85 % (Riyanto,1994). Analisis kandungan mineral lempung alam dari Pacitan ini akan dilakukan dengan 3 cara yaitu berdasarkan hasil spektrofotometri inframerah dan analisis komposisi kimia senyawa penyusun lempung menggunakan difraksi sinar-X dan *X-Ray Fluorescence*.

Metoda Spektrofotometri Infrared (IR)

Salah satu kajian mineralogi lempung adalah dengan spektroskopi inframerah. Spektrum serapan inframerah suatu mineral mempunyai pola yang khas. Spektrum serapan inframerah dapat digunakan untuk identifikasi mineral tersebut serta menunjukkan gugus fungsional utama di dalam struktur senyawa yang diidentifikasi. Analisis dengan spektroskopi inframerah dilakukan untuk mengetahui jenis vibrasi antara atom-atom dalam mineral lempung alam. Analisis dilakukan pada daerah bilangan gelombang 400-4000 cm^{-1} karena biasanya spektra yang karakteristik akan muncul pada daerah tersebut. Fungsi utama dari spektrometri infra merah adalah untuk mengenal struktur molekul khususnya gugus fungsional beserta lingkungannya. Metode pelet KBr paling luas digunakan untuk analisis infra merah bagi sampel padatan mineral lempung. Dilakukan dengan menumbuk sampel (0,1 – 2% berat) dengan KBr, kemudian mencetaknya menjadi pelet transparan untuk kemudian dianalisis. Hasil analisis dengan spektrofotometer inframerah terhadap lempung alam disajikan dalam gambar 4.



Gambar 4. Spektra inframerah lempung alam Tulakan Pacitan

Dari gambar 4 terlihat bahwa lempung alam mempunyai puncak serapan pada daerah bilangan gelombang 468,7; 538,1; 694,3; 754,1; 912,3; 1008,7; 1629,7; 3431,1; 3622,1 dan 3697,3 cm^{-1} . Daerah 400-1200 cm^{-1} dinamakan juga daerah sidik jari (*finge print region*). Puncak-puncak yang muncul pada daerah ini anatara lain 1008,7; 912,3; 754,1; 694,3; 538,1; 468,7; dan 426,2 cm^{-1} . Puncak serapan yang paling tajam pada daerah 1008,7 cm^{-1} adalah karakteristik vibrasi ulur dari Si-O. Hal ini diperkuat oleh Farmer dan Russell (1964) yang melaporkan bahwa puncak serapan

untuk montmorillonit Wyoming (Amerika Serikat) muncul pada bilangan gelombang 1048 cm^{-1} . Sedangkan Flanigen et.al (1971) menyatakan serapan kuat pada daerah 950 – 1250 cm^{-1} merupakan vibrasi ulur dari T-O (dimana T = Si atau Al) yang melibatkan gerakan utama dari atom oksigen. Hal yang sama juga ditegaskan oleh Madejova (2002) yang mencatat puncak serapan khas Si-O dari montmorillonit, nontronit, hektorit dan saponit berturut-turut muncul pada bilangan gelombang 1030, 1019, 1012 dan 1009 cm^{-1} .

Munculnya puncak pada bilangan gelombang 912,3 cm^{-1} merupakan vibrasi tekuk OH yang berikatan dengan kation. Serapan 754,1 cm^{-1} adalah serapan untuk vibrasi tekuk Si-O yang tegak lurus sumbu optik. Sedangkan puncak pada bilangan gelombang 694,3 cm^{-1} merupakan vibrasi tekuk Si-O yang sejajar dengan sumbu optik. Katti (2002) juga melaporkan bahwa vibrasi tekuk OH dengan kation terjadi pada daerah 918, 888 dan 847 cm^{-1} , sedangkan puncak di bilangan gelombang 778 cm^{-1} adalah vibrasi tekuk Si-O yang tegak lurus dengan sumbu optik dan 671 cm^{-1} merupakan vibrasi tekuk Si-O yang sejajar dengan sumbu optik.

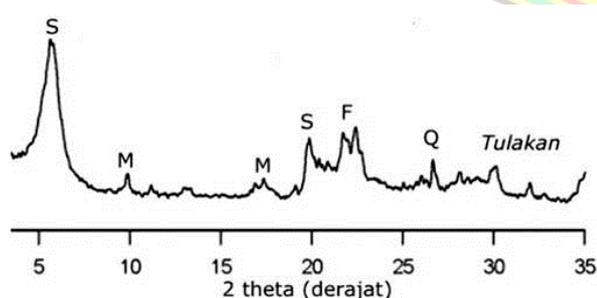
Vibrasi tekuk Si-O-Al (Al oktahedral) muncul pada bilangan gelombang 538,1 cm^{-1} , sedangkan 468,7 cm^{-1} merupakan vibrasi tekuk Si-O-Si. Menurut Komadel (2003) vibrasi tekuk Si-O-Al terjadi pada daerah serapan 520 cm^{-1} yang mana merupakan pita yang sangat sensitif dengan kehadiran Al di lapis oktahedral sedangkan Madejova (2002) mengamati vibrasi tekuk Si-O-Al terjadi pada serapan 520 cm^{-1} dan vibrasi tekuk Si-O-Si pada bilangan gelombang 470 cm^{-1} .

Adanya serapan pada daerah bilangan gelombang 1629,7 cm^{-1} merupakan vibrasi tekuk -OH dari molekul air terserap. Hal ini samir sama dengan yang diamati oleh Grim (1968) dalam Darwanta (2002) yang menyatakan bahwa H₂O yang terserap memberikan serapan pada daerah 3400 dan 1640 cm^{-1} yang sesuai dengan vibrasi dari H₂O. Menurut Katti (2002) bahwa serapan pada 1635 cm^{-1} adalah vibrasi tekuk H-O-H.

Munculnya serapan pada daerah bilangan gelombang 3697,3 dan 3622,1 menunjukkan adanya vibrasi ulur dari -OH, sedangkan vibrasi pada 3431,1 cm⁻¹ merupakan vibrasi H-O-H yang membentuk ikatan hidrogen dengan air. Hal ini juga ditegaskan oleh Madejova (2002) bahwa munculnya puncak pada bilangan gelombang 3669; 3653 dan 3620 cm⁻¹ merupakan vibrasi ulur -OH dari silanol atau yang terdapat diantara lembaran tetrahedral dengan oktahedral, begitu juga dengan Katti (2002) melaporkan serapan pada 3634 cm⁻¹ adalah vibrasi tekuk O-H sedangkan pada bilangan gelombang 3433 cm⁻¹ merupakan vibrasi H-O-H yang membentuk ikatan hidrogen dengan air. Dapat disimpulkan bahwa kandungan utama lempung alam Tulakan Pacitan adalah montmorillonit dengan melihat adanya kesesuaian puncak-puncak pada spektra inframerah lempung alam Tulakan Pacitan dengan lempung montmorillonit hasil peneliti lain.

Metode X-Ray Diffraction (XRD)

Pada umumnya lempung alam terdiri dari campuran berbagai macam mineral lempung yang bercampur bersama-sama. Analisis lempung alam dengan difraksi sinar-X dilakukan untuk mengetahui jenis mineral penyusun lempung alam yang ditunjukkan oleh munculnya puncak pada daerah 2θ dan tingkat kristalinitas struktur komponen penyusun lempung yang ditunjukkan oleh tinggi atau rendahnya intensitas puncak. Pola difraksi sinar-X dari lempung alam ditampilkan pada difraktogram gambar 5.



Gambar 5. Spektra difraksi sinar-X lempung Tulakan Pacitan.
(S = Smectite, Ch = Klorite, M = Mika, F = Feldspar, Q = Kuarsa)

Hasil analisis difraksi sinar-X dapat diidentifikasi puncak-puncak difraktogram dari lempung sesuai jenis mineralnya. Dengan membandingkan harga d_{hkl} yang ada pada lempung alam dengan harga d_{hkl} mineral yang terdapat dalam *Mineral Powder Diffraction File* maka mineral-mineral penyusun lempung alam yang dipakai pada penelitian ini dapat diketahui.

Pada difraktogram terlihat adanya puncak utama pada daerah 2θ = 5,70° (d₀₀₁=15,48 Å) yang merupakan puncak d₀₀₁ untuk mineral smectit jenis montmorillonit dan juga muncul pada daerah 2θ = 20,02° (d₀₀₁=4,43 Å). Munculnya puncak pada daerah 2θ=9,85° dan 2θ=17,73° menunjukkan adanya mika yang diduga berjumlah sedikit karena intensitasnya rendah. Adanya puncak pada daerah 2θ=22,20° dan 2θ=26,64° berturut-turut merupakan puncak dari mineral feldspar dan kuarsa dengan intensitas lebih rendah jika dibandingkan dengan intensitas smectit, sehingga dapat disimpulkan bahwa lempung alam Tulakan Pacitan mengandung mineral montmorillonit sebagai komponen utama.

Metode X-Ray Fluorescence (XRF)

Karakterisasi berikutnya yaitu dengan metoda fluoresensi sinar-X untuk menentukan komposisi kimia senyawa penyusun lempung alam. Komposisi kimia hasil analisa ditampilkan pada tabel 1. Berdasarkan hasil analisa dengan metoda fluoresensi sinar-X dari tabel 1 diperoleh data persentase komposisi SiO₂ adalah sebesar 58,810 % dan Al₂O₃ sebesar 13,510 %, sehingga diduga bahwa komponen utama penyusun lempung alam Tulakan Pacitan adalah mineral silikat aluminat.

Tabel 1. Komposisi kimia lempung alam Tulakan Pacitan *)

Kelimpahan senyawa	Komposisi (% berat)
SiO ₂	58,810
Al ₂ O ₃	13,510
MgO	3,090
CaO	2,733
Fe ₂ O ₃	2,130
K ₂ O	0,549

Kelimpahan senyawa	Komposisi (% berat)
TiO ₂	0,244
Na ₂ O	0,130
P ₂ O ₅	0,072
F	<0,050
MnO	0,017
SO ₂	0,010
Cl	<0,002
LOI	18,350

*) komposisi senyawa diukur menggunakan X-Ray Fluorescence

Berdasarkan analisa dengan metoda difraksi sinar-X diperoleh informasi komponen penyusun lempung alam Tulakan Pacitan terdiri dari mineral montmorillonit, mika, feldspar dan kuarsa, dimana mineral montmorillonit sebagai komponen utama penyusun lempung alam Tulakan Pacitan. Data komposisi kimia hasil analisis dengan metoda fluoresensi sinar-X, diduga bahwa komponen utama penyusun lempung alam Tulakan Pacitan adalah mineral silika alumina. Dari hasil identifikasi dengan menggunakan metoda difraksi sinar-X dan fluoresensi sinar-X dapat disimpulkan bahwa komponen utama penyusun lempung alam Tulakan Pacitan adalah mineral montmorillonit.

4. KESIMPULAN

Dari hasil analisis spektroskopi *infrared* dapat disimpulkan gugus-gugus fungsional yang terdapat dalam lempung Pacitan antara lain Si-O, -OH, Si-O-Al dan Si-O-Si. Sedangkan jenis mineralnya dari hasil analisis *X-Ray Diffraction* dan

Smectite, Klorite, Mika, Feldspar dan Kuarsa yang didominasi oleh mineral smectite jenis montmorillonit sebagai komponen utama.

5. DAFTAR PUSTAKA

Darwanta, 2002, "Sintesis dan Karakterisasi Lempung Terpilal-Al Serta Aplikasinya Sebagai Katalis Hidrorengkah Fraksi Berat Minyak Bumi", Tesis S-2, Universitas Yogyakarta.

Flanigen, E.M., Khatami, H., 1971, "Infrared Structural Studies of Zeolite Framework, Molecular Sieve Zeolite-I", American Society Adv. In Chemistry Series No. 101, Washington, 201-226.

Grim R.E., 1968, "Clay Mineralogy", second Edition, McGraw Hill Book Company, New York

Katti, K., and Katti D., 2001, "Effect of Clay-Water Interactions on Swelling in Montmorillonite Clay", Department of Civil Engineering and Construction North Dakota State University, Fargo.

Komadel, P., 2003, "Chemically Modified smectites", Slovak Academy of Sciences, Slovakia, Clay Mineral, 38, 127-138.

Madejova, J., 2003, "FTIR Techniques in Clays Mineral Studies", Slovak Academy of Sciences, Slovakia, 31, 1-10.

Mahida, U. N. 1984. "Pencemaran Air dan Pemanfaatan Limbah Industri". CV Rajawali, Jakarta.

Ogawa, M. and Kuroda, K., 1997, "Preparation of Inorganic Nanocomposites through Intercalation of Organoammonium Ions into Layered Silicates", Bull. Chem. Soc. Jpn., 70, 2593-2618.

Pinnavaia, T.J., 1983, "Intercalated Clay Catalyst", Science, 220 - 365.

Pinnavaia, T.J., Galarneau, A. H., and Barodawalla, A. F., 1998, "Porous Clay Heterostructure by Gallery Templated Synthesis", United State Patent, 5, 834-391.

Riyanto, A., 1994, "Bahan Galian Industri Bentonit", Direktorat Jendral Pertambangan Umum, Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral, Bandung.

Wijaya, Karna, 2000, "Sintesis Lempung Montmorillonit Terpilal Berbahan Baku Bentonit Alam Indonesia dan Aplikasinya Sebagai Katalis, Bahan Foto-Fungsional dan Adsorben", Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

SKRINING DAN IDENTIFIKASI BAKTERI TERMOFILIK PENGHASIL SELULASE DAN AMILASE DARI SUMBER AIR PANAS BUKIT KILI SOLOK SUMATERA BARAT DENGAN ANALISIS GEN 16S rRNA

Zona Octarya, Sumaryati Syukur, Endang Purwati RN

Program Studi Pendidikan Kimia, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.

Program Studi Kimia, FMIPA, Universitas Andalas.

Program Studi Nutrisi Ternak, Fakultas Peternakan, Universitas Andalas.

Departemen Fisika, Institut Pertanian Bogor

ABSTRAK

Enzim termostabil dari bakteri termofilik merupakan enzim yang sangat potensial untuk mengatasi kendala teknis industri yang berhubungan dengan proses pada suhu tinggi. Salah satu sumber enzim adalah mikroorganisme termofilik yang banyak terdapat pada sumber air panas. Indonesia merupakan negara kepulauan yang banyak mempunyai sumber air panas, salah satunya adalah Kabupaten Solok. Penelitian ini mencakup skrining dan identifikasi bakteri penghasil enzim termostabil selulase dan amilase dari sumber air panas Bukit Kili Ketek di Kabupaten Solok. Suhu air panas adalah 52°C pada bulan Juni 2009 dan pH air adalah 8. Kultur murni yang diperoleh adalah sebanyak 22 kultur. Dari hasil pewarnaan gram, diperoleh sebagian besar bakteri air panas adalah jenis bakteri streptobacilli (basilus) gram positif, hanya dua isolat yang merupakan gram negatif yaitu isolat S1B dan S5B. S2A adalah isolat yang mempunyai aktifitas selulase paling tinggi dibandingkan dari isolat yang lain karena mempunyai indeks zona bening selulase lebih tinggi yaitu 2,6. Isolat S2A juga menghasilkan amilase tinggi dengan indeks zona bening 2,5. Persen identitas bakteri air panas S2A yang diperoleh adalah 97% dengan *Anoxybacillus flavithermus* strain AE3.

Kata Kunci: Enzim, Bakteri, termofilik, Selulase, Amilase, *Anoxybacillus*

1. PENDAHULUAN

Enzim adalah protein yang mengkatalisis reaksi-reaksi biokimia. Sejumlah enzim dapat digunakan untuk membantu proses industri. Keunggulan utama penggunaan enzim pada proses industri adalah kespesifikan enzim terhadap substrat dan enzim mampu mengurangi konsumsi energi, enzim juga mampu mengurangi konsumsi air dan produk limbah selama proses industri berlangsung. Keunggulan enzim tersebut akan meminimalkan resiko atau dampak proses industri bagi kehidupan manusia dan lingkungan.

Keunggulan enzim dalam aplikasinya di industri menyebabkan kebutuhan enzim dunia semakin meningkat sekitar 7,6% setiap tahunnya (Puspaningsih, 2007). Peningkatan kebutuhan enzim terutama dipicu oleh makin meningkatnya penggunaan enzim dalam bidang farmasi, kesehatan, dan industri kimia. Beberapa contoh jenis enzim telah diaplikasikan untuk tujuan komersial terutama penggunaannya di industri, yaitu; selulase, hemiselulase, xilanase, amilase, protease, dan lipase.

Penggunaan enzim dalam industri mengalami kendala berhubungan dengan suhu yang tinggi dalam proses industri sehingga dibutuhkan enzim yang stabil dan mempunyai aktifitas yang tinggi pada suhu yang tinggi (enzim termostabil). Enzim termostabil yang ada di pasaran kebanyakan berasal dari bakteri mesofilik dan jamur. Enzim termostabil dari bakteri termofilik merupakan enzim yang sangat potensial untuk mengatasi kendala teknis industri. Kendala lain adalah dalam hal produksi enzim termostabil dari mikroorganisme termofilik yang sangat rendah. Untuk mengatasi kendala itu, beberapa pendekatan yang telah ditempuh adalah pencarian sumber baru enzim termostabil dari mikroorganisme termofilik yang tumbuh pada habitat yang unik, suhu yang sesuai untuk menghasilkan enzim termostabil dan rekayasa genetika untuk menghasilkan enzim termostabil dengan ekspresi tinggi (Nyoman *et al* 2007).

Pendekatan dengan mencari sumber-sumber enzim baru dari mikroorganisme termofilik yang diisolasi dari lingkungan unik merupakan

langkah yang paling memungkinkan untuk dilakukan, karena Indonesia memiliki banyak sumber air panas yang potensial dan unik. Sumber air panas yang ada di Kabupaten Solok sudah dikembangkan sebagai objek wisata dan tempat pemandian, namun belum digali sebagai sumber mikroorganisme termofilik. Kabupaten Solok adalah daerah Propinsi Sumatera Barat yang dilalui oleh Pegunungan Bukit Barisan. Gunung Talang adalah salah satu gunung berapi di Kabupaten Solok yang banyak dijumpai sumber air panas. Lingkungan ini merupakan habitat semua bakteri termasuk diantaranya bakteri termofilik. Beberapa sumber air panas yang ada di daerah Solok berpotensi untuk diketahui keanekaragaman hayati bakteri termofiliknya. Selanjutnya keanekaragaman jenis bakteri termofilik tersebut perlu digali sifat-sifat dan potensi kegunaannya bagi kehidupan manusia terutama dalam bidang teknologi dan industri. Dalam hal ini yang sangat penting adalah untuk mengetahui jenis bakteri yang potensial tersebut dan upaya untuk mengeksplorasinya.

Belum ada yang melaporkan penelitian mikroorganisme termofilik sumber air panas di Kabupaten Solok, sedangkan sumber air panas sangat banyak di Kabupaten Solok, diantaranya yaitu Sumber Air Panas Bukit Kili Barat, Sumber Air Panas Bukit Kili, Sumber Air Panas Sapan dan Sumber Air Panas Bukik Gadang. Semua sumber air panas tersebut mempunyai potensi sebagai sumber mikroorganisme termofilik. Air Panas Bukit Kili Ketek adalah salah satu sumber air panas yang belum ada digali potensi mikroorganismenya.

Dari penelitian sebelumnya, telah diisolasi dan diidentifikasi bakteri termofilik isolat lokal Rimbo Panti (Sevante, 2002) dengan penentuan urutan dan analisis Gen 16S rRNA. Hasil perbandingan dengan program BLAST pada situs NCBI (GenBank) berhasil menunjukkan persen kemiripan terbesar isolat Rimbo Panti dengan *Geobacillus Subterraneus strain K* (98%), *Geobacillus Steraneus* (98%) dan *Bacillus thermodinitrificans* (97%). Isolasi bakteri termofilik aerob yang mempunyai sifat fisik yang unik telah diisolasi dari sumber air panas

Savusavu di Fiji. Produksi enzim hidrolitik dan ekstraseluler (amilase, lipase dan gelatinase) bakteri tersebut diskriming dengan metoda kultur streak bakteri termofilik murni pada nutrient starch agar (NSA), nutrient gelatine agar (NGA), dan nutrient lipid agar (NLA) melalui pengukuran zona bening (Narayan *et al* 2008). Produktifitas enzim termostabil yang berasal dari isolat bakteri yang lebih potensial dipengaruhi oleh pH, konsentrasi substrat, sumber karbon, sumber nitrogen, vitamin dan asam amino (Bayoumi *et al* 2007).

Isolasi dan karakterisasi bakteri termofilik baru juga telah dilakukan dari sumber air panas di Jordania. Sistem identifikasi yang digunakan adalah karakteristik biokimia, morfologi dan kondisi pertumbuhan optimal. Hasil analisa sekuens gen 16S rRNA isolat baru yang ditemukan menunjukkan bahwa isolat adalah kelompok baru dari genus *Bacillus* (Elnasser *et al* 2007). Salah satu target isolasi bakteri termofilik yang telah dilakukan tersebut adalah untuk memproduksi enzim termostabil.

Nora (2004) mengemukakan bahwa amilase dan selulase semakin banyak digunakan sebagai bahan aditif pada makanan ternak. Tujuan utamanya adalah memperbaiki nutrisi ternak dengan cara mendegradasi kandungan seratnya, hal ini sangat penting bagi ternak berusia muda yang belum mempunyai kemampuan enzim dengan aktifitas tinggi untuk mengolah serat. Berdasarkan alasan komersial, amilase banyak digunakan sebagai *food additive*, sedangkan selulase mempunyai harga mahal sehingga jarang digunakan sebagai *food additive*. Dengan alasan ini maka sangat penting sekali mencari sumber enzim selulase dari bakteri termofilik dan mengolahnya menjadi bahan pencampur makanan ternak. Hipotesis untuk melakukan penelitian ini adalah bahwa akan ditemukan jenis bakteri baru pada sumber air panas Bukit Kili Ketek di Kabupaten Solok yang mempunyai kemampuan ekstraseluler enzimatik.

Masih belum digalinya potensi sumber air panas di Kabupaten Solok, khususnya Sumber air panas Bukit Kili Ketek sebagai salah satu habitat mikroorganisme termofilik. Belum ada penelitian yang memaparkan jenis bakteri apa saja yang

terkandung di dalamnya. Sumber air panas merupakan kekayaan alam yang sangat penting karena berpotensi sebagai sumber mikroorganisme termofilik penghasil enzim termostabil ekstraseluler. Indonesia banyak mempunyai sumber air panas yang merupakan tempat hidup bakteri termofilik dan mempunyai potensial besar untuk menghasilkan enzim termostabil tersebut.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengskrining dan mengidentifikasi bakteri termofilik pada sumber air panas Bukit Kili Ketek di Kabupaten Solok yang mempunyai aktifitas enzimatis ekstraseluler (selulase dan amilase) dengan analisis Gen 16S rRNA serta melakukan karakterisasi molekuler enzim ekstraselulernya.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Peralatan yang digunakan adalah: petridish, hoki stik, jarum ose, alat-alat gelas, inkubator, autoklav, pipet mikro, timbangan digital, water bath, chemical hood, pengaduk magnet, hotplate stirrer, tabung sentrifugasi, Eppendorf, alat elektroforesis (Mupid exu), perangkat dokumentasi, freezer, Thermal Cycler PCR system, mikrosentrifus, mikrosentrifus dingin, vortex dan alat-alat gelas laboratorium.

Bahan-bahan yang digunakan adalah: Agarose (Iwai AG 5994), Aquadest, HCl, NaOH (Merck), Bacto agar (Himedia), Tryptone, Beef extract, NaCl, Peptone, Yeast extract (Himedia), EDTA, Etanol pa (Merck), Etidium bromida, Sodium dodesil sulfat (SDS), Isopropanol, Tris base, Buffer TBE (Tris Boric acid EDTA) (Takara), Nutrient Broth, Nutrient Agar (Himedia), CTAB (Hexadecyltrimethyl ammonium Bromide) Gram staining solution dari Merck (larutan kristal violet, Safranin, lugol, larutan decolorizing), $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 2 g, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0.2 g, KH_2PO_4 14 g, K_2HPO_4 6 g, Trisodium sitrat 1,0 g, pati (Merck), CMC (Carboxymethyl Cellulosa) (Merck), Congo red, TE (10mMTris-HCl, 1Mm EDTA, pH 7.6), Lysozyme (60mg/MI), Commasie blue, Larutan destaining (5% metanol dan 7% asam asetat), Primer universal 8F dan 1541R (Zainal, 2009),

ddH₂O (DW), Deoksi Nucleotide Triposphate (dNTPs), taq Polymerase, 10 x buffer PCR.

Isolasi Bakteri Termofilik

Sampel air panas dikoleksi dari sumber air panas yang ada di Kabupaten Solok, yaitu Air Panas Bukit Kili Ketek yang berukuran 2 m x 1,5 m dengan menggunakan botol 10 mL beserta tutupnya dan dimasukkan ke dalam *thermal containers* (termos) untuk mempertahankan suhunya selama perjalanan ke laboratorium untuk analisa selanjutnya pada hari yang sama. Sampel diambil pada kedalaman 40 cm di bawah permukaan air, agak jauh dari pinggir. Suhu air panas pada saat diambil adalah 52°C dengan pH 8. Sampel diambil lebih dekat ke mata air agar dapat mewakili suhu yang paling tinggi di kolam air panas tersebut. Bakteri termofilik diisolasi, dikayakan dalam Nutrient Broth dan dimurnikan menggunakan metoda gores pada media NA. Suhu inkubasi yang digunakan adalah 52°C selama 24 jam (Nunes dan Martin, 2001).

Uji Gram

Karakter morfologi bakteri ditentukan dengan menggunakan kultur bakteri murni yang berumur 18 jam di dalam *Nutrient Agar*. Hal ini mencakup preparasi kultur basah menggunakan mikroskop cahaya. Satu koloni bakteri ditotolkan pada kaca objek yang sebelumnya telah ditetaskan NaCl, kemudian diratakan dengan ose membentuk bulatan. Kaca objek dipanaskan sampai NaCl yang telah mengandung koloni bakteri kering. Ditetaskan *crystal violet* pada objek dan dibiarkan 1 menit, dicuci dan dikover dengan larutan lugol iodin selama 1 menit. Kemudian dicuci dengan larutan *decolorizing 4* (aseton) atau 3 (etanol) sampai tidak ada lagi warna ungu yang tersisa. Dicuci dengan aquadest steril selama 5 detik. Kemudian dikover dengan safranin selama 1 menit dan dicuci dengan aquadest steril selama 5 detik. Kaca objek dikeringkan dan dilihat di bawah mikroskop dengan perbesaran 100 kali (Prescot *et al*, 1990).

Uji Amilase

Hidrolisis pati diuji di dalam medium nutrient agar yang mengandung 1% pati. Plate

diinkubasi pada suhu 52°C selama 24 jam. Adanya daerah bening disekitar koloni setelah penambahan Lugol iodin menunjukkan bahwa adanya aktifitas amilase (Elnasser dan Maraqa, 2007).

Uji Hidrolisis Karboksimetil Selulosa (CMCase/ Selulase)

Untuk menentukan selulosa ekstraseluler ditentukan di dalam medium thermus agar plate (0,5% NaCl, 0,5% pepton, 0,4% beef extract, 0,2% yeast extract dan 2% agar) yang mengandung 0,5% (w/v) karboksimetil-selulosa (pH 6,5). Kultur diinkubasi 24 jam pada suhu 52°C. Aktifitas selulase dideteksi dengan Congo red 0,1% dan NaCl 1M. Daerah bening di sekeliling bakteri yang tumbuh yang berlatar merah menunjukkan hasil yang positif (Elnasser dan Maraqa, 2007).

Isolasi DNA Bakteri Termofilik

Pelet bakteri diperoleh dari sentrifugasi 3 ml kultur DNA yang telah ditumbuhkan semalam di dalam *Nutrient Broth* cair pada suhu 52°C. Untuk mendapatkan pelet, 1 ml kultur disentrifugasi dengan kecepatan 13.000 rpm (4°C) 5 menit. Pelet ditambahkan 500µl TE, ditambahkan 40µL *Lysozyme*. Kemudian larutan diinkubasi pada 37°C selama 1 jam. Larutan ditambah 200 µl 10% SDS, 100 µl of NaCl 5M dan 80 µl of CTAB 10%, dipanaskan dalam waterbath 68°C selama 30 menit dan dibolak balik tiap 10 menit. Larutan ditambah chloroform 1:1 (v:v) dan disentrifus 13.000 rpm selam 10 menit. Supernatan diambil dan dipindahkan ke Eppendorf baru dan ditambah 0,6 X Isopropanol. Larutan disentrifus 13.000 rpm selama 5 menit untuk memperoleh pelet. Pelet dicuci dengan 100 µL etanol 70%. Pelet dikering anginkan dan kemudian diresuspensi dengan 30 µl DW yang mengandung 0.1 mg/mL RNase dan disimpan pada -20°C (Sambrook *et al*, 1989).

Reaksi PCR

Gen 16S rRNA dari genomik DNA yang diisolasi dari koloni bakteri murni diamplifikasi dengan PCR. Reaksi amplifikasi DNA dilakukan dalam *thermocycler* dengan menggunakan primer

8F (5'AGAGTTTGATCCTGGCTCAG) dan 1541R (5'AAGGAGGTGATCCAGCC). DNA templat yang digunakan adalah 3 µl dan dimasukkan ke dalam Eppendorf. Bahan-bahan untuk satu sampel dalam reaksi PCR adalah 39,5 µl ddH₂O, primer F dan R masing-masing 0,5 µl dan 1 µl 10 mM dNTPs, *taq polymerase* 0,5 µl dan 10 x buffer 5 µl dibuat dalam tube 1,5 ml. Sebanyak 47 µl bahan di atas ditambahkan ke dalam Eppendorf DNA templat. Reaksi PCR adalah sebanyak 35 siklus PCR (denaturasi 96°C selama 5 menit, denaturasi berikutnya 96°C selama 1 menit, annealing 55°C selama 1 menit, ekstensi 72°C selama 3 menit dan *final extension* 72°C selama 7 menit). Produk PCR dianalisa pada gel agarose 1% dan divisualisasi dengan *ultraviolet illumination* setelah ditambah *ethidium bromide*. Pita DNA yang diperoleh pada agar dipotong dan dipurifikasi dengan Promega Kit Protocol (Zainal, 2009).

Purifikasi DNA dengan Promega Kit Protocol

Pita DNA dipotong dari gel agarose, dimasukkan gel ke dalam tube dan ditambah 3 kali volume *membrane binding solution* terhadap volume gel. Campuran diinkubasi pada 50°C selama 10 menit. Campuran dimasukkan pada kolom QIAquick dan disentrifugasi 10.000 rpm selama 1 menit pada suhu ruang. Ditambahkan 759 µl *membrane wash solution* dan disentrifugasi 10.000 rpm selam 1 menit pada suhu ruang. Ditambahkan lagi 500 µl *membrane wash solution* dan disentrifugasi lagi 10.000 rpm selama 1 menit pada RT. Kolom QIAquick dipindahkan ke dalam Eppendorf 1,5 baru dan ditambahkan 30-50 µl buffer elusi pada bagian tengah kolom QIAquick. Ditunggu 1 menit dan kemudian disentrifugasi 10.000 rpm selama 1 menit (Promega Kit Protocol).

Analisis Data Sekuensing

Analisis data sekuensing dilakukan dengan menggunakan program *software* DNA star. Untuk analisa *sequence alignment*, dilakukan dengan membandingkan sekuens yang diperoleh (query) dengan yang telah ada pada GeneBank menggunakan BLAST (Basic Local Alignment

Search Tool) pada situs <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/>. *Phylogenetic tree* dari isolat yang diperoleh dibuat dengan menggunakan ClustalW.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Isolasi Bakteri Termofilik

Air diambil sebagai sampel dari sumber air panas Bukit Kili di Kabupaten Solok. Suhu air panas adalah 52°C pada bulan Juni 2009 dan pH air adalah 8. Pengambilan sampel diambil mendekati mata air, yaitu yang mempunyai suhu paling tinggi pada kolam air panas. Hal ini bertujuan untuk mendapatkan bakteri yang hidup disekitar mata air panas dan mempunyai aktifitas enzimatik pada suhu kolam air panas.

Setelah sampel diisolasi dengan metoda pengenceran bertingkat dan diinkubasi selama 24 jam, muncul koloni-koloni bakteri pada plate 10⁻¹, 10⁻², 10⁻³, 10⁻⁴, 10⁻⁵ dan 10⁻⁶ (Tabel 3). Dari Tabel 3 dapat diketahui bahwa pada pengenceran 10⁻⁴, 10⁻⁵ dan 10⁻⁶ koloni-koloni bakteri telah dapat dihitung karena sudah terpisah dengan baik, sedangkan pada pengenceran 10⁻⁷ bakteri tidak ada yang tumbuh lagi. Untuk menghitung *Colony Forming Unit* (CFU) bakteri termofilik diambil data pada pengenceran 10⁻⁴ karena memenuhi syarat untuk dihitung yaitu mempunyai jumlah lebih dari 30 koloni. Jumlah bakteri termofilik total sumber air panas Bukit Kili Ketek yang ditemukan adalah 7,9 x 10⁵ CFU's/mL.

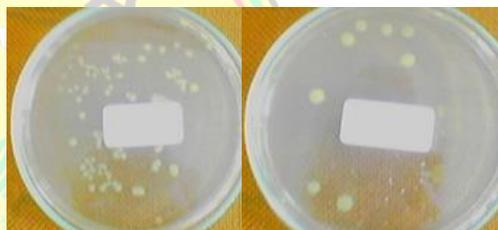
Tabel 3. Jumlah koloni bakteri Termofilik.

10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶	10 ⁻⁷	SPC	Ket
TN	TN	TN	79	12	3	-	7,9 x 10 ⁵	TNTC >300 12 dan 3 < 30
TC	TC	TC						

Keterangan: TNTC (*Too Numerous to Count*), SPC (*Standard Plate Count*)

Jumlah koloni bakteri yang ditemukan ini lebih banyak dibandingkan dengan yang ditemukan oleh Narayan (2008) di sumber air

panas Savusavu Fiji yaitu 2,2 x 10⁴ CFU's/mL. Abdelnasser (2007) menemukan jumlah koloni bakteri pada sumber air panas Haman Mesir 2 x 10⁴ CFU's/mL dan tidak ada satupun bakteri yang mampu menghasilkan selulase dengan metoda langsung (*direct plating method*). Produksi selulase ditemukan setelah dilakukan pengayaan sampel (*enrichment step*) dengan selulosa selama 4 minggu. Hal ini menunjukkan bahwa sumber air panas Bukit Kili Solok mempunyai lebih banyak mikroorganisme termofilik dan berpotensi menghasilkan enzim ekstraseluler. Jatuhan daun, ranting dan batang dari pohon sekitar sumber air panas merupakan sumber bahan organik yang dapat dimanfaatkan mikroorganisme sebagai sumber karbon, sehingga mikroorganisme yang hidup akan lebih banyak.



Gambar 6. Bentuk koloni bakteri air panas pada pengenceran 10⁻⁴(A) dan 10⁻⁵(B)

Pada gambar 6, terlihat koloni bakteri air panas yang sudah tumbuh terpisah dengan baik. Bentuk koloni bulat, ukuran bervariasi, berwarna putih dan ada yang putih kekuningan. Pada kultur murni bakteri hanya terdapat satu jenis bentuk koloni bakteri. Kultur murni yang diperoleh adalah sebanyak 22 kultur. Perbedaan dari 22 macam isolat tersebut dibedakan berdasarkan pengamatan morfologi koloni bakteri.

Morfologi koloni bakteri yang ditemukan setelah dimurnikan sangat beragam, bentuknya ada yang sirkular dan iregular, elevasi bakteri ada yang cembung dan datar, permukaannya ada yang halus dan ada yang mengkilap. Bentuk pinggir atau marginnya ada yang bulat penuh (*entire*), *lobate* dan berombak-ombak (*undulate*). Ukuran koloni bakteri ada yang sedang, kecil dan besar.

Untuk mengetahui jenis bakteri air panas yang diperoleh, karakterisasi yang kedua setelah pengamatan morfologi adalah dengan uji gram.

Pada prinsipnya, uji gram adalah untuk mengelompokkan bakteri berdasarkan reaksi kimia. Uji gram mengelompokkan bakteri menjadi dua, yaitu bakteri gram positif dan bakteri gram negatif. Uji gram yang dilakukan adalah dengan larutan pewarna gram (Gram Staining). Pada saat sel bakteri ditambahkan pewarna kristal violet, maka sel bakteri akan menyerap pewarna, interaksi antara sel bakteri dengan kristal violet akan semakin kuat dengan ditambahkan larutan iodin. Pada saat dicuci dengan etanol, bakteri gram positif akan tetap mengikat kompleks kristal violet-iodin sehingga menjadi berwarna ungu, sedangkan bakteri gram negatif akan kehilangan kompleks kristal violet-iodin karena mempunyai dinding sel yang lebih tipis dan menjadi tidak berwarna. Ketika ditambahkan pewarna safranin, maka bakteri gram negatif akan menyerapnya dan berwarna merah muda sedangkan bakteri gram positif tidak akan menyerap pewarna lagi. Kultur bakteri yang digunakan untuk *Gram staining* adalah kultur muda yang berumur lebih kurang 18 jam (Prescot *et al* 1990).

Hasil pewarnaan gram menunjukkan bahwa sebagian besar bakteri air panas dari Air Panas Bukit Kili Ketek ini adalah jenis bakteri *streptobacilli* (basilus) gram positif, hanya dua isolat yang merupakan gram negatif yaitu isolat S1B dan S5B. Salah satu isolat air panas S2A jenis basilus, gram positif dari hasil pewarnaan gram bakteri yang berwarna ungu ada pada Gambar 7.



Gambar 7. Foto pewarnaan gram bakteri air panas isolat S2A

Skrining Bakteri Penghasil Enzim Ekstraseluler

Pada saat semua isolat bakteri ditumbuhkan dalam medium *nutrient starch agar*, hanya 7 isolat yang tumbuh dengan menghasilkan zona bening setelah disiram larutan iodin, yaitu S1A, S2A, S4A, S5A, S6A, 48A dan 48B. Hal ini menunjukkan bahwa 7 isolat tersebut menghasilkan enzim ekstraseluler amilase (Gambar 8). Isolat S1A dan S2A menghasilkan indeks zona bening amilase paling tinggi, yaitu 2,5. Molekul pati terdiri dari polimer glukosa yang dihubungkan oleh ikatan α 1-4 dan kadang-kadang mempunyai ikatan α 1-6, ikatan tersebut dapat dihidrolisis oleh amilase untuk menghasilkan dekstrin, glukosa dan maltosa. Larutan iodin bisa digunakan sebagai indikator ada tidaknya molekul pati karena iodin akan membentuk kompleks berwarna biru kehitaman dengan pati. Munculnya zona bening di sekitar koloni bakteri karena molekul pati telah dipecah oleh amilase sehingga larutan iodin tidak membentuk kompleks lagi dengan pati.



Gambar 8. Isolasi bakteri termofilik penghasil amilase (A) dan selulase (B) yang diinkubasi pada suhu 52°C selama 24 jam

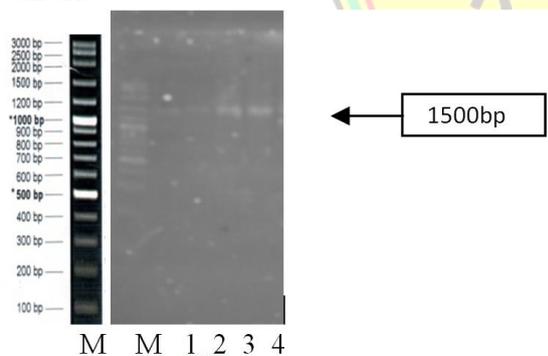
Semua isolat bakteri yang ditanam dalam medium CMC menunjukkan aktifitas selulase, karena munculnya zona bening di sekitar koloni bakteri setelah plate disiram dengan congo red dan dicuci dengan NaCl 1 M (Gambar 8). Congo red dapat dijadikan sebagai indikator adanya selulosa karena dapat berikatan secara non kovalen dengan serat selulosa (Abdelnasser dan Ahmed, 2007). Dari hasil uji dengan CMC menunjukkan bahwa semua isolat bakteri yang berhasil diisolasi mempunyai kemampuan menghasilkan selulase. 8 isolat yang mempunyai indeks zona bening paling tinggi adalah S1A,

S2A, S3A, S2A, S5A, S6A, 48A dan 48B. Hal inilah yang menjadi alasan penelitian selanjutnya yaitu untuk mencari isolat bakteri yang mempunyai aktifitas selulase paling tinggi.

Selulase adalah enzim yang dapat menghidrolisis selulosa. Homopolimer selulosa disusun oleh *anhydro-D-glucosa* yang dihubungkan oleh ikatan β -1,4 dan merupakan *biopolymer* yang paling banyak di alam. Degradasi selulosa menjadi glukosa membutuhkan gabungan atau aksi kerjasama 3 enzim, yaitu; *endo-1,4 β -glucanase*, *exo-1,4 β -glucanase* dan *β -glucosidase*. CMC (Carboxymethyl cellulose) adalah substrat untuk mengetahui aksi enzim *endo-1,4 β -glucanase* (Bhat and Bhat 1997). Oleh karena itu, bakteri yang menghasilkan zona bening pada medium CMC tersebut menghasilkan enzim *endo-1,4 β -glucanase* (CMCase). S2A adalah isolat yang mempunyai aktifitas selulase paling tinggi dibandingkan dari 7 isolat yang lain karena mempunyai indeks zona bening selulase lebih tinggi yaitu 2,6. Disamping itu, isolat S2A juga menghasilkan amilase tinggi dengan indeks zona bening amilase 2,5.

Identifikasi Bakteri Air Panas S2A dengan Analisis Gen 16S rRNA

Identifikasi isolat S2A sebagai isolat pilihan adalah berdasarkan pada sekuen Gen 16S Ribosomal RNA. Gen 16S sRNA adalah subunit ribosom yang dapat digunakan sebagai penanda, pembeda dan sebagai *evolutionary marker* pada bakteri.



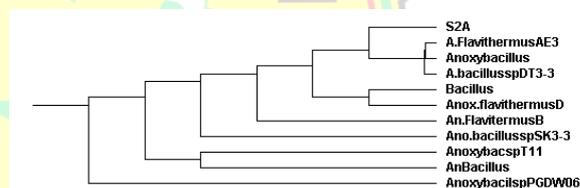
Gambar 9. Isolasi DNA Genomik Isolat S2A

DNA bakteri yang diperoleh dijadikan templat untuk reaksi PCR. Primer yang digunakan untuk mengamplifikasi DNA adalah:

8F (5'AGAGTTTGATCCTGGCTCAG) dan 1541R (5'AAGGAGGTGATCCAGCC).

Kedua primer ini telah digunakan oleh Liang dan Lungisa (2009) untuk mengamplifikasi DNA bakteri jenis basillus dan menghasilkan produk 1450 bp. Selain itu primer ini juga telah digunakan oleh Youseuf dan kawan-kawan (2009) untuk mengamplifikasi Gen 16S rRNA strain basillus. Hasil amplifikasi PCR gen 16S rRNA isolat bakteri air panas S2A dengan menggunakan primer 8F dan 1541R adalah 1500 bp (Gambar 9 nomor 4).

Hasil penggabungan sekuensing 8F dan 1541R dibandingkan dengan data GeneBank melalui program BLAST. Persen identitas bakteri air panas S2A yang diperoleh adalah 97% dengan *Anoxybacillus flavithermus strain AE3*, *Anoxybacillus sp. SW*, *Bacillus sp YMY1010* dan *Anoxybacillus flavithermus strain B* dengan E value 0,0. Berdasarkan persen identitas dan E value yang diperoleh maka untuk identifikasi isolat S2A diambil yang mempunyai persen identitas yang lebih besar dan mempunyai nilai harapan (E value) nol dan *query coverage* yang lebih besar, maka isolat S2A adalah mirip dengan *Anoxybacillus flavithermus strain AE3*. Isolat ini ditemukan pada Air Panas Geotermal Tunisia (2010) dengan jumlah basa 1524 bp.



Gambar 10. Filogenetik Isolat Bakteri Air Panas S2A

4. KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Isolat bakteri air panas S2A adalah jenis isolat baru yang mempunyai kemiripan 97% dengan *Anoxybacillus flavithermus strain AE3*.
2. Isolat bakteri air panas S2A mempunyai kemampuan menghasilkan enzim ekstraseluler selulase dan amilase dengan

indeks zona bening masing-masingnya 2,6 dan 2,5.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Abdelnasser, Ahmed, 2007. *Isolation and Identification of New Cellulases Producing Thermophilic Bacteria from an Egyptian Hot Springs and Some Properties of the Crude Enzyme*. Australian Journal of Basic and Applied Science, 1(4). 473-478.
- Bayoumi. Ra, Loubodey, 2007. *Production, Purification and Characterization of Thermophilic Lipase for Application in Bio-Detergent Industry*. Journal of Applied Sciences Research, 3(12): 1752-1765.
- Bhat, MK dan S. Bhat, 1997. *Cellulose Degrading Enzymes and Their Potential Industrial Application*. Biotechnol. Adv. 15: 583-620.
- Elnasser Ziad, Maraqa A, 2007. *Isolation and Characterization of New Thermophilic Bacteria in Jordan*. The Internet Journal of Microbiology. Vol 3. No.2.
- Nora.S et al, 2004. *Cellulase Fermentation on a novel substrate and Subsequent Utilization of Home-Produced Cellulase and Commercial Amylase I Rabbit Feeding Trial*. Science Direct. Vol 20. Issue 1. 49-57.
- Nunes. A, Martin, 2001. *Isolation, Properties and Kinetics of Growth of Thermophilic Bacillus*. Brazillian Journal of Microbiology. 32: 271-275.
- Nyoman Tika, Redhana, Ristiati, 2007. *Isolasi enzim Lipase Termotabil dari Bakteri Termofilik Isolat Air Panas Banyu Wedang Kecamatan Gerogak Buleleng Bali*. Akta Kimia. Vol 2.No: 109-112.
- Prescot, Harley, Klein, 1990. *Microbiology*. Second edition. WCB Publisher. England.
- Puspaningsih N, 2007. *Enzim Fibrolitik: Manfaat dan Prospek Pengembangannya*. FMIPA. UNAIR.
- Sambrook. J, Fritsch, Maniatis, 1989. *Molecular Cloning. A Laboratory Manual*. Edisi Kedua. Cold Spring Harbor Laboratory Press.
- Sevante Arreneuz, 2002. *Identifikasi Bakteri Termofilik Isolat Rimbo Panti dengan Penentuan Urutan dan Analisis Gen 16S rRNA*. Jurusan Kimia. Program Pascasarjana Universitas Andalas.
- Yoseuf K, Khodadady, Ganjidoust, Badkoubi, Amoozegar, 2009. *Isolation and Characterization of a Novel Native Bacillus Strain Capable of Degrading Diesel Fuel*. International Journal of Environment and Science Technology. 6(3): 435-444.

DESKRIPSI PENGETAHUAN IBU HAMIL TENTANG KEHAMILAN EKTOPIK DI POLI KEBIDANAN RSUD ARIFIN ACHMAD PEKANBARU

Juli Widiyanto, Suci Pratiwi

Program Studi DIII Keperawatan, Fakultas MIPA dan Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Riau
Jln. K.H. Ahmad Dahlan No.88 Sukajadi Pekanbaru.
e-mail: widiyanto_juli@yahoo.com

ABSTRAK

Kehamilan ektopik adalah kehamilan yang terjadi di luar kandungan, di mana sel telur yang telah dibuahi tumbuh dan berimplantasi di tempat yang tidak normal. Kehamilan ektopik merupakan kehamilan yang berbahaya bagi seorang wanita, apabila terlambat mendapat penanganan yang tepat, dapat menyebabkan kondisi yang gawat bagi wanita tersebut. Keadaan gawat ini jika di biarkan dapat menyebabkan kehilangan darah dan berbagai komplikasi yang dapat berakhir dengan kematian. Tujuan Penelitian ini adalah untuk mengetahui gambaran pengetahuan ibu hamil tentang kehamilan ektopik di Poli Kebidanan RSUD Arifin Achmad Pekanbaru. Desain penelitian yang digunakan adalah metode deskriptif dengan jumlah sampel 30 responden dengan populasi adalah ibu-ibu hamil di Poli Kebidanan RSUD Arifin Achmad Pekanbaru dengan teknik pengambilan sampel secara accidental sampling. Penelitian ini dilakukan pada tanggal 13-29 Juli 2007 dengan menyebarkan kuesioner yang berisi 20 pertanyaan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa gambaran pengetahuan ibu hamil tentang kehamilan ektopik di Poli kebidanan RSUD Arifin Achmad Pekanbaru adalah berpengetahuan kurang sebanyak 21 orang (70%), cukup sebanyak 8 orang (26,7 %), dan baik sebanyak 1 orang (3,3 %). Berdasarkan hasil penelitian tersebut perlu adanya penyebaran informasi tentang Kehamilan Ektopik agar pengetahuan ibu hamil meningkat sehingga dapat menurunkan angka kematian ibu.

Kata Kunci: Pengetahuan, Kehamilan Ektopik

1. PENDAHULUAN

Kesehatan adalah suatu aspek yang paling penting dalam kehidupan manusia. Berbagai upaya dijalankan untuk memelihara kondisi kesehatan atau memulihkan kondisi kesehatan agar kembali seperti sediakala¹⁶.

Salah satu tantangan berat yang dihadapi Indonesia saat ini adalah masih rendahnya derajat kesehatan kaum ibu, walaupun telah dilakukan berbagai intervensi sejak pencanangan upaya kesejahteraan ibu pada tahun 1988 oleh Presiden Republik Indonesia di Jakarta. Kegagalan dalam penanganan kasus kedaruratan obstetri pada umumnya disebabkan oleh kegagalan dalam mengenal resiko kehamilan, keterlambatan rujukan, kurangnya sarana yang memadai untuk perawatan ibu hamil dengan resiko tinggi maupun pengetahuan penderita dalam mengenal kehamilan resiko tinggi (KRT). Pelayanan kedaruratan obstetri di Rumah Sakit rujukan merupakan bagian penting untuk menurunkan Angka Kematian Ibu (AKI)²⁸.

Angka kematian ibu di dunia terdapat sekitar 500.000 orang dan kematian perinatal 10.000.000

orang, yang sebagian besar terjadi di negara berkembang. Kenyataan ini mendorong badan dunia WHO dan UNICEF untuk melakukan pertemuan di Alma Ata, Uni Sovyet, 1978 dan mencetuskan landasan filosofi yang ideal sebagai upaya perkembangan pelayanan kesehatan di setiap negara. Landasan tersebut dinyatakan dalam "Primary Health Care" dengan inti mengupayakan pelayanan utama setiap negara sehingga dapat cepat menurunkan angka kematian ibu dan angka kematian perinatal¹⁴.

Indonesia termasuk negara dengan angka kematian ibu yang cukup tinggi di ASEAN, yaitu sekitar 390/100.000, sedangkan angka kematian perinatal sekitar 540/100.000 persalinan hidup. Jika perkiraan persalinan sekitar 5.000.000 orang per tahun, Angka Kematian Ibu menjadi 180.000-185.000 orang dan Angka Kematian Perinatal menjadi 270.000 orang setiap tahunnya¹⁴.

Berbagai macam kesulitan dalam proses kehamilan, dialami para wanita yang telah menikah. Meski demikian, tidak menyurutkan keinginan pasangan suami istri untuk memperoleh

keturunan. Salah satu penyakit dalam proses kehamilan adalah kehamilan ektopik⁷.

Insiden penyakit ini sesungguhnya lebih tinggi dari pada yang dilaporkan. Di Amerika Serikat, kehamilan ektopik terjadi, 1 dalam 64 hingga 1 dalam 241 kehamilan²⁹. Negara-negara berkembang khususnya Indonesia, di RSUP Cipto Mangunkusumo pada tahun 1987 terdapat 153 kehamilan ektopik di antara 4.007 persalinan, atau 1 di antara 26 persalinan. Kasus kehamilan ektopik di RSUP dr. M. Djamil padang selama 3 tahun (1992-1994) ditemukan 62 kasus dari 10.612 kehamilan. Angka kekambuhan sebesar 15% setelah kehamilan ektopik pertama dan meningkat sebanyak 30% setelah kehamilan ektopik kedua. Sebagian besar wanita yang mengalami kehamilan ektopik berumur antara 20 – 40 tahun dengan umur rata-rata 30 tahun³¹.

Kehamilan ektopik, menurut Abidin dari Rumah Sakit Mitra Keluarga Kelapa Gading, adalah kehamilan yang terjadi di luar kandungan, di mana sel telur yang telah dibuahi tumbuh dan berimplantasi di tempat yang tidak normal².

Kehamilan ektopik tidak bisa dideteksi dari luar. Bila 1-2 minggu si ibu telat menstruasi dan merasa nyeri di perut bagian bawah, nyeri ini terjadi karena kehamilan telah pecah, hingga menimbulkan perdarahan. "Ibu tidak akan tahu karena perdarahan itu terjadi di dalam perut. Hingga, yang ia rasakan hanya sakit yang hebat, lemas, sesak, syok, dan tiba-tiba pingsan". Jika dibiarkan dapat menyebabkan kehilangan darah dan berbagai komplikasi yang dapat berakhir dengan kematian³.

Dari data sekunder yang peneliti dapat di RSUD Arifin Achmad pekanbaru berdasarkan data rekam medik, didapat data ibu hamil dengan kehamilan ektopik di Poli Kebidanan RSUD Arifin Achmad Pekanbaru pada tahun 2005 tercatat sebanyak 7 kasus per tahun. Sedan gkan pada tahun 2006 tercatat sebanyak 3 kasus. Pada bulan Maret tahun 2007 tercatat 5 kasus. Sebagian besar wanita yang mengalami kehamilan ektopik berumur antara 25-64 tahun dengan umur rata-rata berkisar antara 25-44 tahun.

Tujuan penelitian ini adalah Untuk mengetahui gambaran pengetahuan ibu hamil

tentang kehamilan ektopik di Poli Kebidanan RSUD Arifin Achmad Pekanbaru.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Jenis penelitian ini adalah deskriptif sederhana dengan desain penelitian cross sectional. Bahan penelitian ini adalah data primer yang diambil dengan penyebaran kuisioner pada responden.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Mayoritas responden di Poli kebidanan RSUD Arifin Achmad Pekanbaru adalah berumur 26-30 tahun yaitu sebanyak 16 orang (53,3%). Untuk lebih jelas di tampilkan pada tabel 1.

Tabel 1 Umur Responden di Poli kebidanan RSUD Arifin Achmad Pekanbaru

No	Umur	Frekuensi (f)	Persentase (%)
1	21-25	8	26,7
2	26-30	16	53,3
3	31-35	5	16,7
4	36-40	1	3,3
	Jumlah	30	100

Berdasarkan tabel 1 diatas, dapat dilihat bahwa mayoritas responden di Poli kebidanan RSUD Arifin Achmad Pekanbaru adalah berumur 26-30 tahun yaitu sebanyak 16 orang (53,3%).

Penelitian di RS Immanuel menemukan 47 kasus kehamilan ektopik terganggu. Dari 47 kasus KET tersebut, prevalensi tertinggi pada kelompok usia 30-34 tahun yaitu 19 orang (40,43%). Hasil ini berbeda dengan beberapa penelitian yang menunjukkan KET lebih sering terjadi pada usia yang lebih tua yaitu 35-44 tahun. Mereka mendapatkan wanita usia 35-44 tahun mengalami peningkatan risiko 3-4 kali lipat terhadap KET dibandingkan wanita usia 15-24 tahun, keadaan ini diduga akibat penurunan aktivitas peristaltik saluran tuba^{7,27}.

Tabel 2 Pendidikan Responden di Poli Kebidanan RSUD Arifin Achmad Pekanbaru

No	Pendidikan	Frekuensi (f)	Persentase (%)
1	SD	7	23,3

2	SLTP	14	46,7
3	SMA	3	10
4	PT	6	20
	Jumlah	30	100

Berdasarkan tabel 2 diatas, dapat dilihat bahwa mayoritas tingkat pendidikan di Poli Kebidanan RSUD Arifin Achmad Pekanbaru pada kategori tingkat pendidikan rendah (SD, SLTP) yaitu berjumlah 21 orang (70%).

Pendidikan formal yang diterima seseorang akan mempengaruhi pengetahuan dan kemampuan seseorang dalam memahami sesuatu¹⁷.

Tingkat pendidikan mempunyai hubungan yang eksponensial dengan pengetahuan. Semakin tinggi tingkat pendidikan semakin mudah menerima konsep, kreatif dan berkesinambungan. Pendidikan dapat meningkatkan kematangan intelektual seseorang. Kematangan intelektual ini berpengaruh pada wawasan, cara berfikir, baik dalam cara pengambilan keputusan maupun dalam pembuatan kebijakan Rostikawati²².

Penelitian di RS Immanuel dijumpai bahwa KET paling sering didapatkan pada paritas pertama yaitu 19 orang (36,17%), dengan tingkat pendidikan 10-12 tahun (setara SMU) 70,21%), keadaan ini terjadi mungkin karena pendidikan rata-rata pasien yang berkunjung ke RS Immanuel adalah setara SMU^{7,26}.

Tabel 3 Pekerjaan Responden di Poli Kebidanan RSUD Arifin Achmad Pekanbaru

No	Pekerjaan	Frekuensi (f)	Persentase (%)
1	IRT	23	76,7
2	Swasta	3	10
3	PNS	4	13,3
	Jumlah	30	100

Berdasarkan tabel 3 diatas, dapat dilihat bahwa mayoritas pekerjaan responden di Poli Kebidanan RSUD Arifin Achmad Pekanbaru pada kategori Ibu Rumah Tangga (IRT) sebanyak 23 orang (76,7%).

Penelitian di RS Immanuel menunjukkan bahwa sebagian besar adalah karyawan pabrik sebesar 74,47%, menunjukkan bahwa masyarakat yang ber-kunjung ke RS Immanuel sebagian besar

merupakan pekerja karyawan pabrik, tetapi masih terlalu dini untuk menarik kesimpulan bahwa pekerjaan karyawan pabrik mempunyai korelasi positif dengan KET, perlu diadakan penelitian lebih lanjut tentang angka kejadian PRP (Penyakit Radang Panggul) di antara karyawan pabrik

penelitiannya yang berjudul “ Hubungan Tingkat Pengetahuan Ibu tentang Stimulus dengan Perkembangan Motorik Kasar Anak Usia 3-5 Tahun di Serdang Bedagai”, yang mengatakan bahwa salah satu faktor yang mempengaruhi pengetahuan adalah pekerjaan³².

Tabel 4 Informasi yang Diperoleh Responden Tentang Kehamilan Ektopik

No	Kategori	Frekuensi (f)	Persentase (%)
1	Pernah	9	30
2	Tidak pernah	21	70
	Jumlah	30	100

Berdasarkan tabel 4 diatas, dapat dilihat bahwa mayoritas informasi yang diperoleh responden di Poli Kebidanan RSUD Arifin Achmad Pekanbaru pada kategori tidak pernah mendapatkan informasi sebanyak 21 orang (70%).

Pengetahuan kurang sangat dipengaruhi oleh kurangnya keterpaparan terhadap informasi dan seseorang yang pernah mendapatkan informasi atau penyuluhan maka pengetahuannya akan bertambah²⁰.

Meningkatkan pengetahuan kesehatan masyarakat terutama pada ibu hamil, dimana pendidikan kesehatan ibu-ibu hamil dapat dilakukan pada waktu pengawasan hamil di Puskesmas atau Pondok Bersalin Desa dan Bidan Praktek Swasta, saat penyelenggaraan Posyandu, dan saat diadakannya pertemuan atau kegiatan-kegiatan di lingkungannya dan saat melakukan kunjungan rumah¹⁴.

Informasi adalah salah satu organ pembentuk pengetahuan dan memegang peranan besar dalam membangun pengetahuan. Semakin banyak seseorang memperoleh informasi, maka semakin baik pula pengetahuannya, sebaliknya semakin kurang informasi yang diperoleh, maka semakin kurang pengetahuannya²⁴.

Media massa adalah suatu jenis komunikasi yang ditunjukkan kepada sejumlah masyarakat

melalui media cetak dan media elektronik sehingga peran informasi yang sama dapat diterima secara serentak²².

Media massa merupakan sumber utama dari pencitraan sosial dan wadah bagi identitas. Dengan demikian, media massa menempati posisi penting dalam masyarakat dan memiliki potensi untuk dikembangkan untuk kepentingan tertentu²¹.

Tabel 5 Pengetahuan Responden Tentang Kehamilan Ektopik

No	Kategori	Frekuensi (f)	Persentase (%)
1	Baik	1	3,3
2	Cukup	8	26,7
3	Kurang	21	70
Jumlah		30	100

Berdasarkan tabel 5 di atas, dapat dilihat bahwa mayoritas pengetahuan ibu hamil tentang Kehamilan Ektopik di Poli Kebidanan RSUD Arifin Achmad Pekanbaru adalah berada dalam kategori kurang yaitu sebanyak 21 orang orang (70%).

Penelitiannya tentang kehamilan ektopik pada ibu hamil di Polindes Kemuning Desa Tasik Madu Kecamatan Palang Tuban terhadap 20 responden yang mengatakan bahwa pengetahuan ibu hamil tentang kehamilan ektopik termasuk dalam kategori kurang yaitu sebanyak 12 orang (60%)³⁰.

Hasil analisa data tabulasi silang, peneliti berasumsi bahwa pengetahuan ibu hamil tentang kehamilan ektopik di Poli Kebidanan RSUD Arifin Achmad Pekanbaru dalam kategori kurang, dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain faktor pendidikan, dimana hasil penelitian menunjukkan bahwa mayoritas responden adalah berpendidikan rendah (SD, SLTP) yaitu berjumlah 19 orang (63,3%).

4. DAFTAR PUSTAKA

<http://id.wikipedia.org>

Anonim. (2006). *Gejala awal kehamilan*.

Diperoleh pada tanggal 13 September 2007.

<http://portal.cbn.net.id>

------. (2006). *Kehamilan ektopik*. Diperoleh pada tanggal 10 September 2007. <http://cpddokter.com/home/index>

Cunningham FG, Gant NF, Loven KJ, Gilstrap LC, Hauth JC, Wenstom KD, penyunting. Williams Obstetrics. Edisi ke-21. 2003; 883-904.

Luhan. (2000). *Informasi sebagai sumber informasi*. Diperoleh pada tanggal 27 Juli 2007. <http://kompas.com>

------. (2007). *Pengantar kuliah obstetri*. Jakarta: EGC

Netty, S. (2006). *Kehamilan Ektopik*. Diperoleh pada tanggal 26 Maret 2007. <http://sariwiryanetty.blogspot.com/2009/07/abortus.html>

Nuryati, I. (2006). *Kehamilan Ektopik*. Diperoleh pada tanggal 09 Juli 2007. <http://nuryati.wordpress.com/2009/02/13/kehamilan-ektopik-terganggu>

Permata. (2002). *Hubungan antara pendidikan dengan informasi*. Di peroleh pada tanggal 29 Juli 2007. <http://wordpress.com/2002/02/15/html>

Quail. (2000). *Media Literalisasi kritis*. Di peroleh pada tanggal 27 Juli 2007. <http://www.kompas.com>

Sakjono. (2000). *Psikologi Perkembangan*. Diperoleh tanggal 27 Juli 2007. <http://id.wikipedia.org>

Sepilian V, Wood E. Ectopic pregnancy. Fertil Steril, 2000; 57: 456-8. Dari: <http://www.emedicine.com/>. Di akses 12 Maret 2007.

Simon. (1999). Hubungan pengetahuan dengan umur. Diperoleh pada tanggal 29 Juli 2007. <http://www.wordpress.com>

Siska, V. (2006). *Kehamilan Ektopik*. Diperoleh pada tanggal 30 Oktober 2007. <http://violitasiskamutiara.blogspot.com/2009/01/kehamilan-ektopik.html>

Syamsul. (2003). *Kehamilan Ektopik*. Diperoleh pada tanggal 10 September 2007. <http://library.usu.ac.id/download/fk/obstetri-syamsul.pdf>

Teguh, M. (2006). *Kehamilan Ektopik*. Diperoleh pada tanggal 09 Juli 2007.

<http://www.teguh-skep-ns.co.cc/2010-03-01-archive.html>

Diperoleh pada tanggal 27 Juli 2007.
<http://wahyuni.blogspot.com/2009/02/html>.

Wahyuni. (2006). KTI kehamilan ektopik.



GAMBARAN SIKAP DAN TINDAKAN IBU HAMIL DALAM MEMENUHI KEBUTUHAN NUTRISI SELAMA KEHAMILAN DI PUSKESMAS LANGSAT PEKANBARU

Yeni Yarnita, Maswarni, Intan Handiyani

Staff pengajar Jurusan D III Keperawatan Fakultas MIPA dan Kesehatan Universitas Muhammadiyah Riau

Email: Maswarni82@yahoo.co.id

Yarnitayeni@yahoo.co.id

Alumnus Jurusan D III Keperawatan-FMIPA. UMRI

ABSTRAK

Nutrisi selama kehamilan adalah memelihara kebutuhan energi ibu, penyedia zat bagi pertumbuhan janin dan memberikan energi bagi proses laktasi atau menyusui, sehingga janin maupun bayi mendapatkan konsumsi zat gizi dari ibunya. Tujuan Penelitian ini adalah untuk mengetahui gambaran sikap dan tindakan ibu hamil dalam memenuhi nutrisi selama kehamilan di Puskesmas Langsat Pekanbaru. Metode penelitian yang digunakan adalah metode deskriptif dengan tehnik Accidental Sampling yaitu pengambilan sampel dilakukan dengan mengambil kasus atau responden yang kebetulan ada atau tersedia. Teknik pengumpulan data menggunakan kuesioner dan analisa data digunakan adalah univariate. Hasil penelitian menunjukkan bahwa gambaran sikap dan tindakan ibu hamil dalam memenuhi kebutuhan nutrisi selama kehamilan di Puskesmas Langsat Pekanbaru dikategorikan kurang baik yaitu negative sebanyak 19 responden (63,33%) dan tindakan kurang sebanyak 18 responden (60%). Berdasarkan hasil penelitian tersebut disarankan agar upaya ibu hamil lebih baik dalam perawatan kehamilan dan kebutuhan nutrisi selama kehamilan.

Kata Kunci: Sikap dan Tindakan, Ibu Hamil, Nutrisi

1. PENDAHULUAN

Ibu hamil memiliki kebutuhan makanan yang berbeda dengan ibu yang tidak hamil, karena ada janin yang tumbuh dirahimnya. Kebutuhan makanan dilihat bukan hanya dalam porsi tetapi harus ditentukan pada mutu zat-zat gizi yang terkandung dalam makanan yang dikonsumsi (anonym,2008). Untuk pertumbuhan maupun aktivitas janin memerlukan makanan yang disalurkan melalui plasenta. Untuk itu ibu hamil harus mendapat gizi yang cukup untuk dirinya sendiri maupun bagi janinnya. Maka bagi ibu hamil, kualitas maupun jumlah makanan yang biasanya cukup untuk kesehatannya harus ditambah dengan zat-zat gizi dan energi agar pertumbuhan janin berjalan dengan baik. Selama hamil ibu akan mengalami banyak perubahan dalam tubuhnya agar siap membesarkan janin yang dikandungnya, memudahkan kelahiran, dan untuk memproduksi ASI bagi bayi yang akan dilahirkannya (Francin, 2005).

Bila ibu mengalami kekurangan nutrisi selama hamil akan menimbulkan masalah, baik pada ibu maupun janin yang dikandungnya,

antara lain: anemia, perdarahan dan berat badan ibu tidak bertambah secara normal, kurang gizi juga dapat mempengaruhi proses persalinan dimana dapat mengakibatkan persalinan sulit dan lama.

WHO melaporkan bahwa setengah ibu hamil mengalami anemia, secara global 55% dimana secara bermakna trimester III lebih tinggi mengalami anemia dibandingkan dengan trimester I dan II. Masalah ini disebabkan kurangnya defisiensi zat besi dengan defisiensi zat gizi lainnya trimester III sangat membutuhkan nutrisi karena janinnya sedang berkembang. (Mc Carthy dan Maine, 1992).

Di Indonesia prevalensi anemia tahun 1970-an, wanita hamil sekitar 46,5-70% pada Survey Kesehatan Rumah Tangga (SKRT) tahun 1992 dengan angka anemia ibu hamil sebesar 63,5% sedangkan data SKRT turun menjadi 50,9%. Pada tahun 1999 didapatkan anemia gizi pada ibu hamil sebesar 39,5%, tahun 2001, didapatkan anemia zat gizi pada ibu hamil mencapai 40,1%, banyak faktor yang terkait dengan status anemia

ibu hamil yaitu status sosial ekonomi, serta perolehan tablet zat besi (Fe) (Pasaribu, 2006).

Berdasarkan survei awal yang peneliti laksanakan tanggal 04 November 2008 terhadap ibu hamil di Puskesmas Langsung Pekanbaru didapatkan hasil 6 Orang (60%) ibu hamil kurang pengetahuan tentang nutrisi ibu hamil, dan hanya 4 Orang (40%) ibu hamil yang paham tentang nutrisi ibu hamil. Maka dari itu peneliti ingin lebih mengetahui bagai mana gambaran sikap dan tindakan ibu hamil dalam memenuhi kebutuhan nutrisi selama kehamilan di Puskesmas Langsung Pekanbaru. Oleh karena itu peneliti tertarik untuk melakukan penelitian dan mengambil judul: “gambaran sikap dan tindakan ibu hamil dalam memenuhi kebutuhan nutrisi selama kehamilan di puskesmas langsung pekanbaru”.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah *deskriptif*, yaitu suatu desain penelitian yang dilakukan dengan tujuan utama untuk menggambarkan suatu objek penelitian (Notoatmodjo, 2005). Dimana dalam penelitian ini hanya menggambarkan sikap dan tindakan ibu hamil dalam memenuhi kebutuhan nutrisi selama kehamilan di puskesmas langsung pekanbaru. Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh klien yang berada puskesmas langsung pekanbaru dengan jumlah sampel 30 responden. Dalam analisa data menggunakan analisa secara manual (*univariate*). Pengukuran sikap dengan menggunakan skala likert dengan menggunakan kategori

a. Pernyataan Positif

- | | |
|------------------------|---------|
| 1) Sangat setuju | = (4) |
| 2) Setuju | = (3) |
| 3) Tidak setuju | = (2) |
| 4) Sangat tidak setuju | = (1) |

Dengan tingkatan sikap:

- 1) Sikap Positif > 60%
- 2) Sikap Negatif < 60%

b. Pernyataan Negatif

- | | |
|------------------------|---------|
| 1) Sangat setuju | = (1) |
| 2) Setuju | = (2) |
| 3) Tidak setuju | = (3) |
| 4) Sangat tidak setuju | = (4) |

(Ridwan, 2003)

Sedangkan tindakan menggunakan rumus menurut Arikunto (2002),

$$\text{Rumus: } P = \frac{F}{N} \times 100\%$$

Dengan hasil perhitungan persentase dimasukkan dalam kriteria standard objektif menurut Nursalam (2003), sebagai berikut:

Baik	: 76-100%
Cukup	: 56-75%
Kurang	: < 56%

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian yang di lakukan pada tanggal 7 – 9 Juli 2008 di Puskesmas Langsung Pekanbaru, yang berjudul “Gambaran Sikap dan Tindakan Ibu Hamil Dalam Memenuhi Kebutuhan Nutrisi Selama Kehamilan di Puskesmas Langsung Pekanbaru”, sebagai berikut: Sikap negatif sebanyak 21 responden (70% responden). Peneliti menduga bahwa sikap responden yang mayoritas negatif terhadap memenuhi kebutuhan nutrisi selama kehamilan dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu informasi, sumber informasi dan tingkat pendidikan.

Sedangkan untuk tindakan ibu hamil dalam memenuhi kebutuhan nutrisi selama kehamilan di Puskesmas Langsung Pekanbaru tahun 2008 mayoritas dalam kategori kurang sebanyak 21 responden (56,67%). Hal ini di akibatkan oleh beberapa faktor di antaranya pendidikan dan informasi.

4. DAFTAR PUSTAKA

- Arikunto, S. (2002). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek*. Jakarta: Rineka Cipta
- Ardianti.(2004). *Gambaran Sikap& Tindakan Ibu Hamil dalam Perawatan Kehamilan dan Kebutuhan Gizi pada Ibu Hamil*. <http://situs.kesrepro.info>, diperoleh pada tanggal 2 Agustus 2010
- Anonim. 2008. *Asupan Gizi Selama Kehamilan*. Diperoleh tanggal 11 Juny 2009 dari <http://addy1571.files.wordpress.com>.
- Astri. (2004). *Gambaran sikap dan tindakan ibu hamil dalam pemenuhan nutrisi*. Jawa Barat: Alfebeta

- Azwar. (2003), Hubungan Prilaku dengan informasi, <http://www.google.com>, Diperoleh pada tanggal 20 Oktober 2009
- Behrman.E.E dkk. (1999). Dalam Buku Hidayat. A.A, 2005 Pengantar Ilmu Keperawatan. Edisi Pertama – Jakarta Salemba Medika.
- Bobak,RN dkk. (2005). Keperawatan Maternitas. Jakarta: EGC
- Brock Katie dkk.(2005). Nutrisi, Medikasi Dan Senam Kehamilan. PrestasinPustakarya Jakarta
- Chureh. (1998). Media Masa Sebagai Sumber Informasi. www.google.com. Diperoleh pada tanggal Juli 2010
- Gustina (2002), Kesadaran Individu Terhadap Pendidikan , dari www.google.com diperoleh pada tanggal 25 Juli 2010
- Hasan, I. (2004), Analisa Data Penelitian, Jakarta Bumi Aksara
- Hidayat, A. 2003. Riset Keperawatan dan Teknik Penulisan Ilmiah. Jakarta: EGC.
- Hidayat. Azis Alimul (2005), Pengantar Ilmu Keperawatan. Edisi Pertama, Jakarta, Salemba Medika
- Huliana. 2001. Panduan Menjalani Kehamilan Sehat. Puspa Swara. Jakarta
- (2008). Kebutuhan Nutrisi Pada Ibu Hamil, diperoleh pada tanggal 20 July 2009. dari [http://.www nursing-ailiyun.blogspot.com](http://www.nursing-ailiyun.blogspot.com)
- (2009). Konsep Nutrisi, Diperoleh tanggal 24 july 2009. dari <http://hidayat.wordpress.com>
- Mansjoer, A. (2004). Kapita Selektta Kedokteran Edisi Ketiga Jilid Pertama. Jakarta: Media Aesculapius Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia
- (2001). Kapita Selektta Kedokteran. Jakarta: Media Aesculapius
- Muliarini. Prita. (2010), Pola Makan Dan Gaya Hidup Sehat Selama Kehamilan Edisi Pertama Yogyakarta: Muha Medika
- Murtiwi.(2009), Persepsi dan Sikap serta Tindakan ibu hamil dalam memenuhi kebutuhan nutrisi selama kehamilan. www.google.com. Diperoleh pada tanggal Juli 2010
- Notoadmodjo S, 2003, Pendidikan dan Perilaku Kesehatan, Rineka Cipta: Jakarta
- Notoatmodjo, S. 2002. Metodologi Penelitian Kesehatan. Jakarta: Rineka Cipta.
- Permata, (2002), Hubungan Informasi Dengan Pengetahuan. www.google.com. diperoleh pada tanggal 13 juli 2010
- Pudjiadi, S. (2003). Ilmu Gizi Klinis. Jakarta: Gaya Baru
- Pudjiadi. (2001). Dalam Buku Hidayat. A.A 2005. Pengantar Ilmu Perawatan Edisi Pertama Jakarta: Salemba Medika
- Ratna Ardianti. (2004). Pemenuhan Nutrisi Pada Ibu Hamil. www.google.com. Diperoleh pada tanggal 26 Juli 2010
- Ridwan. (2003), Skala Pengukuran, Variable Penelitian, Jawab Barat, Alfabeta
- Rusli. (2001). Hubungan Informasi dengan ibu hamil. Jakarta: Balai Aksara
- Sayogo. Safitri. (2007). Nutrisi Pada Ibu Hamil. Jakarta 2007
- Sulistijani.(2001). Menjaga Kesehatan Bayi. Jakarta:Puspawara
- Suroso, (2003), Pemenuhan Nutrisi, [Info.@nutrisi.com](mailto:Info@nutrisi.com) diambil pada tanggal 3 Juli 2010
- Yozardi, Dini. (2006). Gizi Ibu Hamil. Jakarta, Batavia Press

PENERAPAN PEMBELAJARAN INTERAKTIF DENGAN CD PEMBELAJARAN PADA MATERI LINGKARAN UNTUK MENINGKATKAN AKTIVITAS BELAJAR MATEMATIKA SISWA DI SMP NEGERI 3 PANGKALAN KURAS

Darto

Dosen Tetap UIN Suska Riau Jurusan Pendidikan Matematika

ABSTRAK

Pengembangan pembelajaran interaktif dengan menggunakan CD pembelajaran pada materi lingkaran dapat meningkatkan aktivitas belajar matematika siswa, hal ini disebabkan materi lingkaran yang abstrak dapat disajikan dalam bentuk kongkrit dengan menggunakan pembelajaran interaktif CD pembelajaran. Pembelajaran yang disajikan dengan kongkrit, sehingga siswa tidak bosan atau jemu dalam belajar matematika dan ini berimplikasi terhadap pembelajaran matematika. Selama ini anggapan siswa belajar matematika adalah sesuatu hal yang menakutkan apa lagi pada soal atau materi geometri dimana setiap materi begitu abstrak, sehingga siswa belajar matematika banyak mengalami kesulitan didalam memahami konsep-konsep matematika. Berdasarkan hasil analisis data dari perbandingan antara sebelum dan sesudah tindakan, maka dapat disimpulkan bahwa terjadi peningkatan aktivitas belajar matematika siswa terhadap pembelajaran matematika pada materi pokok lingkaran di kelas VIII SMP Negeri 3 Pangkalan Kuras Kabupaten Pelalawan melalui penerapan pembelajaran Interaktif dengan CD pembelajaran matematika.

Kata Kunci: Pembelajaran, Interaktif, matematika.

1. PENDAHULUAN

Mata pelajaran matematika memegang peranan penting di dalam dunia pendidikan, karena pelajaran matematika merupakan salah satu sarana yang digunakan untuk dapat membentuk siswa berfikir logis. Hal ini sesuai dengan fungsi matematika itu sendiri yang terdapat di dalam Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP) yang menyatakan pelajaran matematika berfungsi mengembangkan kemampuan menghitung, mengukur, menurunkan dan menggunakan rumus matematika yang diperlukan dalam kehidupan sehari-hari melalui pengukuran, geometri, aljabar, dan trigonometri (Depdiknas, 2006).

Konsep pembelajaran matematika yang abstrak dapat disajikan dalam bentuk yang kongkrit dengan menggunakan gambar-gambar bergerak melalui animasi computer, sehingga pembelajaran matematika tersebut dapat dengan mudah dimengerti oleh siswa. Menurut Made (2009: 201) gambar-gambar multimedia melalui komputer dapat menyajikan konsep dalam suatu pembelajaran yang bersifat abstrak dan kompleks menjadi sesuatu yang nyata, sederhana, sistematis dan sejelas mungkin, dengan demikian

pembelajaran menggunakan komputer akan berlangsung secara tepat guna dan berdaya guna sehingga hasil belajar siswa dapat meningkat. Menurut Wina (2008: 218) multi media berbasis computer dapat pula dimanfaatkan sebagai sarana dalam melakukan simulasi untuk melatih keterampilan dan kompetensi tertentu, misalnya tampilan dalam bentuk animasi yang mungkin siswa dapat melakukan berbagai percobaan tanpa harus berada di laboratorium.

Suatu konsep pembelajaran dapat dikategorikan kompleks, jika sukar di simulasikan dengan hanya menggunakan gambar-gambar statis (tidak bergerak), membutuhkan keterampilan untuk dapat diaplikasikan, serta membutuhkan waktu yang cukup banyak untuk pelaksanaan pembelajaran.

Kesulitan belajar yang dihadapi oleh siswa, akibat kurang memahami konsep-konsep yang abstrak pada pembelajaran matematika serta daya tangkap siswa terhadap pembelajaran yang berbeda-beda. Guru lebih sering menerangkan konsep-konsep secara ringkas dengan menitikberatkan pada pembahasan soal-soal, hal ini membuat siswa kurang memahami materi pelajaran, jarang bertanya, jarang menjawab

pertanyaan dari guru,, maupun mengemukakan pendapat selama proses pembelajaran.

Penulis menduga untuk meningkatkan hasil belajar serta aktivitas siswa selama proses pembelajaran matematika adalah dengan memanfaatkan lebih optimal multimedia pembelajaran, karena dengan menggunakan multimedia pembelajaran maka konsep-konsep yang abstrak dalam matematika dapat divisualisasikan lewat animasi computer berupa gambar-gambar bergerak. Hal ini sesuai dengan pendapat Baronn (1995; 3) bahwa keuntungan serta keefektifan dari suatu multimedia pembelajaran adalah meningkatkan hasil belajar domain kognitif, afektif, dan psikomotor, meningkatkan percaya diri, mempersingkat waktu pembelajaran, menghemat biaya, menciptakan *active learning*, mampu mengakomodasikan gaya belajar serta daya tangkap siswa yang berbeda-beda, serta dapat meningkatkan motivasi belajar siswa, mendorong siswa bereksplorasi dan meningkatkan rasa nyaman dalam belajar.

Konsep-konsep yang abstrak pada pembelajaran matematika, diduga dapat difahami oleh siswa, jika guru menggunakan multimedia pembelajaran interaktif, yang dapat membantu guru menyampaikan konsep-konsep yang abstrak menjadi kongkrit, melalui animasi berupa gambar-gambar bergerak sehingga diharapkan akan dapat meningkatkan aktifitas serta hasil belajar siswa. Oleh karena itu, penelitian pengembangan media pembelajaran berupa software pembelajaran interaktif perlu dilakukan, khususnya pada materi lingkaran. Software pembelajaran matematika yang telah ada diproduksi baik oleh pustekkom maupun institusi lainnya cukup baik hanya saja pemaparan isi terlalu ringkas dan kurang sesuai dengan kurikulum yang ada di sekolah sehingga guru masih perlu memberikan penjelasan dalam konsep-konsep yang disajikan.

Adapun materi pada pengembangan pembelajaran interaktif ini adalah materi lingkaran, yaitu KD.4.1 dan KD.4.2:

1. Menentukan unsur-unsur dan bagian-bagian lingkaran
2. Menghitung keliling dan luas lingkaran

Materi pokok pada KD.4.1 dan KD 4.2. di jabarkan dalam software pembelajaran interaktif, adapun indikator-indikator nya adalah sebagai berikut:

1. Menyebutkan unsur-unsur dan bagian lingkaran, pusat lingkaran, jari-jari lingkaran, diameter lingkaran, busur, talibusur, juring dan tembereng
2. Menemukan nilai phi
3. Menentukan rumus keliling dan luas lingkaran
4. Menghitung keliling dan luas lingkaran

Siswa akan sukar memahami konsep-konsep lingkaran jika guru mengajar dengan menggunakan metode ceramah, sehingga dalam pembelajaran belum menarik perhatian siswa. Dengan demikian jika guru merancang tanpa menggunakan multimedia interaktif, diduga siswa akan kesulitan memahami konsep-konsep abstrak yang dituntut pada KD.4.1 dan KD.4.2, sehingga indikator sulit tercapai. Indikator pembelajaran pada materi lingkaran diduga akan dapat tercapai dengan menggunakan *software* pembelajaran interaktif yang dapat menyajikan konsep-konsep yang abstrak menjadi kongkrit. Dengan demikian siswa dapat membangun pengetahuannya sendiri berdasarkan pengalamannya selama menggunakan *software* pembelajaran interaktif, waktu penyajian materi lebih singkat, memiliki fungsi pengulangan sehingga siswa dapat belajar bermakna dan menyenangkan.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini merupakan Penelitian Tindakan Kelas (PTK). Subjek penelitian ini adalah siswa kelas VIII SMP Negeri 3 Kecamatan Pangkalan Kuras Kabupaten Pelalawan, sedangkan objek penelitian ini adalah aktivitas belajar matematika siswa terhadap pembelajaran matematika.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Data

Data yang akan dianalisis adalah data yang diperoleh dari hasil penelitian dan pengamatan yang telah dilakukan selama proses pembelajaran berlangsung, baik tanpa penerapan maupun

setelah penerapan pembelajaran interaktif dengan menggunakan CD pembelajaran matematika.

Adapun teknik analisis data yang akan dilakukan adalah dengan analisis deskriptif yang membandingkan rata-rata antar sebelum dan setelah tindakan. Analisis deskriptif ini dilakukan karena peneliti hanya ingin mendeskriptifkan data sampel dan tidak untuk membuat kesimpulan yang berlaku untuk semua populasi karena dalam penelitian yang peneliti lakukan ini,

populasi merupakan sampel dari penelitian. Selanjutnya analisis ini dilakukan dengan membandingkan nilai bobot rata-rata aktivitas belajar matematika siswa antara sebelum dan setelah tindakan. Berikut adalah tabel I tentang aktivitas belajar matematika siswa selama proses pembelajaran dengan tanpa penerapan dan setelah penerapan pembelajaran interaktif dengan CD pembelajaran matematika.

Tabel 1. Bobot Rata-rata Setiap Indikator Aktivitas Belajar Matematika Siswa Selama Proses Pembelajaran

Indikator aktivitas belajar matematika siswa	Bobot Rata-rata Selama Proses Pembelajaran							
	Tanpa Tindakan		Siklus I		Siklus II		Siklus III	
	Bobot Rata2	Ket	Bobot Rata2	Ket	Bobot Rata2	Ket	Bobot Rata2	Ket
Siswa hadir dalam setiap pembelajaran matematika	2.46	Sedang	3.69	Sangat Tinggi	4.92	Sangat Tinggi	5	Sangat Tinggi
Mengerjakan soal matematika yang diberikan guru	1.69	Sedang	2.62	Sedang	2.73	Sedang	4.77	Sangat Tinggi
Siswa mampu menyelesaikan masalah	1.81	Rendah	2.38	Rendah	3.15	Sedang	4.23	Tinggi
Mengikuti pelajaran matematika dari awal hingga akhir	1.77	Rendah	2.15	Rendah	2.77	Sedang	3.5	Tinggi
Siswa berdiskusi dengan teman sekelompok	1.85	Rendah	2.46	Rendah	2.92	Sedang	3.85	Sangat Tinggi
Siswa dapat menyimpulkan materi yang telah dipelajari	1.77	Rendah	2.5	Rendah	2.85	Sedang	3.88	Sangat Tinggi
Memusatkan perhatian dalam pelajaran matematika	1.69	Rendah	2.58	Sedang	3.08	Sedang	3.62	tinggi
Siswa mempunyai catatan setiap belajar matematika	1.85	Rendah	2.58	Sedang	2.73	Sedang	3.56	Tinggi
Jika siswa tidak mengerti siswa bertanya	1.85	Rendah	2.35	Rendah	2.96	Sedang	3.65	Tinggi
Siswa berani mengemukakan pendapat	1.58	Rendah	2.35	Rendah	2.96	Sedang	3.85	Tinggi
Rata-rata	1.83	rendah	2.57	Sedang	3.11	Sedang	3.99	Tinggi

Berdasarkan tabel 1, dapat dilihat bahwasanya nilai rata-rata indikator aktivitas belajar matematika siswa mengalami peningkatan. Peningkatan terlihat jelas ketika sebelum dilakukan penerapan pembelajaran interaktif dengan CD pembelajaran matematika nilai rata-rata indikator aktivitas belajar

matematika siswa adalah 1,83 (rendah), dan setelah dilakukan penerapan pembelajaran interaktif dengan CD pembelajaran matematika nilai bobot rata-rata aktivitas belajar matematika siswa meningkat menjadi 2,57 (sedang), 3.11 (sedang), dan 3.99 (tinggi).

Tabel 2. Bobot Rata-rata aktivitas Belajar Matematika Siswa Untuk Semua Indikator Selama Proses Pembelajaran

NO	Kode Siswa	Tanpa Penerapan		Melalui Penerapan					
		Bbt	Ket	Siklus I		Siklus II		Siklus III	
				Bbt	Ket	Bbt	Ket	Bbt	Ket
1	A1	1.9	Rendah	2.1	Rendah	3.0	Sedang	3.5	Sedang
2	A2	2.2	Rendah	2.6	Sedang	3.2	Sedang	4.1	Tinggi
3	A3	2.1	Rendah	3.0	Sedang	3.2	Sedang	3.8	Tinggi

NO	Kode Siswa	Tanpa Penerapan		Melalui Penerapan					
				Siklus I		Siklus II		Siklus III	
		Bbt	Ket	Bbt	Ket	Bbt	Ket	Bbt	Ket
4	A4	1.7	Rendah	2.1	Rendah	2.9	Sedang	3.3	Sedang
5	A5	1.9	Rendah	2.5	Rendah	3.0	Sedang	3.6	Tinggi
6	A6	2	Rendah	2.5	Rendah	3.8	Tinggi	4.2	Tinggi
7	A7	1.6	Rendah	2.5	Rendah	3.0	Sedang	4.0	Tinggi
8	A8	2.1	Rendah	2.3	Rendah	3.2	Sedang	3.9	Tinggi
9	A9	1.8	Rendah	2.5	Rendah	3.1	Sedang	4.1	Tinggi
10	A10	1.7	Rendah	2.8	Sedang	3.0	Sedang	3.9	Tinggi
11	A11	1.7	Rendah	2.3	Rendah	3.1	Rendah	4.1	Tinggi
12	A12	2.1	Rendah	2.5	Rendah	2.8	Sedang	3.0	Sedang
13	A13	1.8	Rendah	2.8	Sedang	3.4	Sedang	4.1	Tinggi
14	A14	1.9	Rendah	2.6	Sedang	3.1	Sedang	4.0	Tinggi
15	A15	1.4	Rendah	2.4	Rendah	3.2	Sedang	3.8	Tinggi
16	A16	2.1	Rendah	2.9	Sedang	3.1	Sedang	3.8	Tinggi
17	A17	1.7	Rendah	2.6	Sedang	2.9	Sedang	3.4	sedang
18	A18	1.5	S.Rendah	2.8	Sedang	3.7	Tinggi	4.2	Tinggi
19	A19	1.6	Rendah	2.8	Sedang	3.0	Sedang	3.8	Tinggi
20	A20	2.2	Rendah	3.0	Sedang	3.5	Sedang	4.0	Tinggi
21	A21	1.6	Rendah	2.3	Rendah	3.0	Sedang	3.5	Sedang
22	A22	1.5	S.Rendah	2.7	Sedang	3.0	Sedang	3.8	Tinggi
23	A23	1.7	Rendah	2.3	Rendah	3.3	Sedang	3.9	Tinggi
24	A24	2.1	Sedang	2.7	Sedang	3.2	Sedang	3.7	Tinggi
25	A25	2	Rendah	2.5	Rendah	3.3	Sedang	4.0	Tinggi
26	A26	1.9	Rendah	2.6	Sedang	3.1	Sedang	3.6	Tinggi
Total		47.8		66.7		81.1		98.7	
Rata-rata		1.84	Rendah	2.56	sedang	3.11	Sedang	3.79	Tinggi

Dari tabel 2, dapat dilihat bahwasanya terjadi peningkatan antara sebelum penerapan dengan siklus I, siklus II, dan siklus III. Setiap siswa mengalami peningkatan aktivitas belajar matematika siswa selama proses pembelajaran berlangsung. Sebagai contoh, misalnya siswa 26 mempunyai bobot rata-rata aktivitas belajar matematika siswa sebelum tindakan adalah 1.9 (rendah), setelah dilakukan tindakan melalui siklus I, siklus II, dan siklus III terlihat peningkatan menjadi 2.6 (sedang), 3.1 (sedang), dan 3.6 (tinggi). Hal tersebut menandakan adanya peningkatan aktivitas belajar matematika dengan menerapkan pembelajaran interaktif dengan CD pembelajaran matematika.

Pembahasan hasil penelitian

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa bobot rata-rata aktivitas belajar matematika siswa mengalami peningkatan melalui penerapan pembelajaran interaktif CD pembelajaran matematika. Hal ini terbukti karena bobot rata-rata aktivitas belajar matematika siswa terhadap pembelajaran

matematika melalui penerapan pembelajaran interaktif CD pembelajaran matematika lebih tinggi jika dibandingkan dengan tanpa adanya penerapan pembelajaran interaktif dengan CD pembelajaran matematika tersebut.

Dengan penerapan model pembelajaran ini, tingkat aktifitas belajar matematika siswa semakin meningkat karena siswa benar-benar mengerti dengan apa yang dipelajarinya dimana materi yang abstrak dapat disajikan dengan kongkrit dengan menggunakan pembelajaran interaktif CD pembelajaran matematika, sehingga rasa ingin tahu yang ada dalam diri mereka semakin tinggi dan akhirnya proses kerja sama yang baik akan terjadi, semua siswa bekerja dan saling bertukar pikiran. Demikian halnya guru, guru akan semakin serius dan lebih bersungguh-sungguh dalam proses pembelajaran, hal ini dikarenakan semakin banyaknya siswa yang bertanya dan menanggapi dalam pembelajaran.

Pokok bahasan lingkaran merupakan salah satu pokok bahasan yang sangat cocok untuk diterapkan pada pembelajaran interaktif dengan

CD pembelajaran matematika. Hal ini dikarenakan pokok bahasan geometri pada topik lingkaran tersebut banyak memberikan kesempatan bagi guru untuk mengaitkan dengan dunia luar dan sesuai dengan syarat pembelajaran menggunakan pembelajaran inetraktif dengan CD pembelajaran matematika, sehigga siswa benar-benar mengerti dengan apa yang dipelajarinya dan membuat mereka lebih tertarik untuk mendalami pelajaran matematika tersebut.

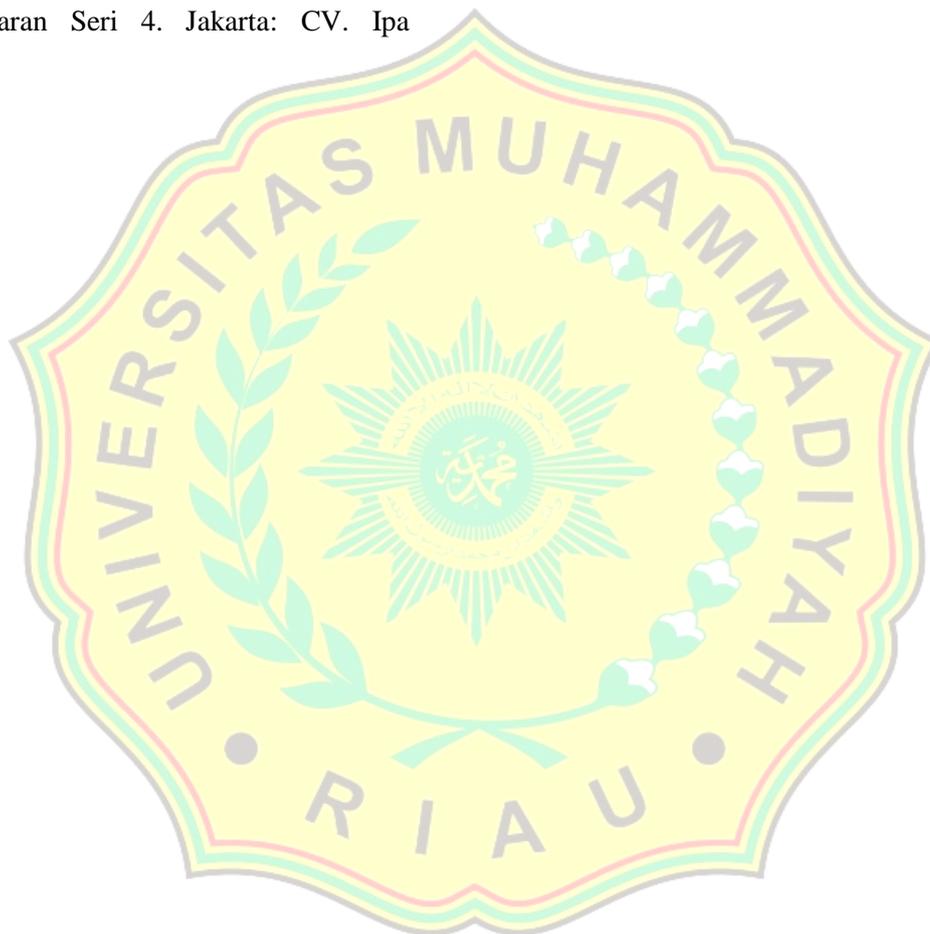
4. KESIMPULAN

Penerapan pembelajaran interaktif dengan CD pembelajaran matematika dapat meningkatkan aktivitas belajar matematika siswa pada materi pokok Lingkaran kelas VIII SMP Negeri 3 Pangkalan Kuras Kabupaten Pelalawan. Adapun peningkatan aktivitas belajar matematika siswa terhadap pelajaran matematika terjadi secara bertahap dari satu siklus ke siklus berikutnya yang dapat dilihat dari peningkatan indikator-indikator aktivitas belajar matematika.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Adi Wijaya. 2009. Model-Model Pembelajaran. Yogyakarta.
- Arief S, Sadiman, dkk.1994. Media Pendidikan Pengertian, Pengembangan dan Pemanfaatannya. Jakarta: PT. Rajagrafindo Persada.
- Dediknas. 2004. Materi Pelatihan Terintegrasi Matematika. Jakarta
- Dediknas. 2008. Materi Pelatihan Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP). Jakarta.
- Depdiknas. 2006. Hakikat Kurikulum Matematika Pengembangan Silabus dan Rencana Pembelajaran. Jakarta.
- Dewi Salma Prawiradilaga. 2009. Prinsip-Prinsip Pembelajaran. Universitas Negeri Jakarta.
- Diane Ronis. 2009. Problem Based Learning for Math and Science Integrating Inquiry and the Internet. United State of America.
- J.Ronald Gentile, James P.Lalliey. 2003. Standars and Matery Learning. Thousand Oaks California.
- Jack Ott. 1994. Alternative Assessment in the Mathematics Classroom. Newyork. Columbus.ohio. Mc Graw Hill California.
- John A.Van De Walle. 2006. Matematika Sekolah Dasar dan Menengah Pengembangan Pengajaran Jilid 1. Jakarta: PT. Erlangga.
- John A.Van De Walle. 2006. Matematika Sekolah Dasar dan Menengah Pengembangan Pengajaran Jilid 2. Jakarta: PT. Erlangga.
- Linda Jansen Sheffield, dkk. 1996. Teaching and Learning Elementary and Middle School Mathematics. Newyork. Columbus.ohio. Mc Graw Hill California.
- Lou Anne Johnson.2009. Pengajaran yang Kreatif dan Menarik.Jakarta: PT. Macanan Jaya Cemerlang.
- Lukman Hakim. 2004. Teknik Jitu Menguasai Flash MX. Jakarta: PT. Elex Media Komputindo.
- Mel Siberman. 2005. Aktive Learning 101 Strategi Pembelajaran Aktif. Jakarta: PT. Pustaka Insan Madani.
- Mukhtar. 2007. Pendidikan Anak Bangsa. Jakarta: PT. Nimas Multima.
- Muslimin Ibrahim. 2000. Pengajaran Berdasarkan Masalah. Pascasarjana UNESA Surabaya.
- Nana Syaodih Sukmadinata.2005. Metode Penelitian Pendidikan. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya.
- Paul Ginnis. 2008. Trik dan Taktik Mengajar Strategi Meningkatkan Pencapaian Pengajaran di Kelas. Jakarta: PT. Mancanan Jaya Cemerlang.
- Richard D. Van Scotter,dkk.1979. Foundation of Education Social Perspectives.University Of Colorado.
- Rusdi Susilana. 2007. Media Pembelajaran. Bandung: CV. Wacana Prima.
- Santi Maudiarti, dkk. 2009. Buku Kerja Prinsip Disain Pembelajaran. Universitas Negeri Jakarta.

- Suhermi, dkk. 2005. Strategi Pembelajaran Matematika. Riau: Unri Press.
- Wahyudin . 2008. Pembelajaran dan Model-Model Pembelajaran Seri 1. Jakarta: CV. Ipa Abong.
- . 2008. Pembelajaran dan Model-Model Pembelajaran Seri 2. Jakarta: CV. Ipa Abong.
- . 2008. Pembelajaran dan Model-Model Pembelajaran Seri 3. Jakarta: CV. Ipa Abong.
- . 2008. Pembelajaran dan Model-Model Pembelajaran Seri 4. Jakarta: CV. Ipa Abong.
- . 2008. Pembelajaran dan Model-Model Pembelajaran Seri 5. Jakarta: CV. Ipa Abong.
- Wahyudin Djumanta. 2007. Mari Memahami Konsep Matematika untuk Kelas VIII SMP. Jakarta: PT. Grafindo Media Pratama.
- Wahyudin, dkk. 2003. Ensiklopedi Matematika untuk SLTP. Jakarta: CV. Tarity Samudra Berlian
- Wilson Sumangunsong. 2006. Matematika untuk SMP Kelas VIII. Jakarta: PT. Erlangga.



PANDUAN BAGI PENULIS JURNAL PHOTON

1. Artikel berupa hasil penelitian kepustakaan, penelitian lapangan, atau karya ilmiah lainnya yang belum dan tidak dipublikasikan dalam media cetak lain.
2. Artikel ditulis dalam bahasa Indonesia atau Inggris dengan format esai, disertai judul pada masing-masing bagian artikel. Pngkat judul bagian dinyatakan dengan jenis huruf yang berbeda (semua judul bagian dan sub bagian dicetak tebal atau tebal dan miring) dan tidak menggunakan angka nomor pada judul.
3. Artikel disusun yang disusun dalam Bahasa Indonesia sesuai dengan Pedoman Ejaan Bahasa Indonesia yang Disempurnakan (EYD).
4. Artikel diketik dengan menggunakan komputer dengan ukuran kertas kuarto 21,0 x 29,7 cm, dengan ukuran huruf untuk judul 14, sedangkan isi artikel 12, spasi tulisan 1 dan jumlah maksimal halaman 15 halaman dan disertakan filenya dalam sebuah Compact Disk (CD) berikut juga daftar biografi penulis.
5. Sistematika Artikel Hasil Penelitian
 - Judul Artikel, Informatif, lengkap, atau tidak terlalu panjang atau terlalu pendek antara 5 s.d 15 kata
 - Penulis, tanpa mencantumkan gelar akademik, dianjurkan mencantumkan alamat e-mail untuk mempermudah komunikasi.
 - Abstrak dalam bahasa Inggris/Indonesia dalam satu alenia, maksimal 100 kata
 - Kata kunci, maksimal 5 buah kata tunggal
 - Pendahuluan, berisi latar belakang, sedikit tinjauan pustaka dan tujuan penelitian
 - Metoda
 - Hasil dan Pembahasan
 - Kesimpulan dan Saran
 - Rujukan, hanya memuat sumber-sumber yang dirujuk
6. Sistematika Artikel Konseptual
 - Judul Artikel, Informatif, lengkap, atau tidak terlalu panjang atau terlalu pendek antara 5 s.d 15 kata
 - Penulis, tanpa mencantumkan gelar akademik, dianjurkan mencantumkan alamat e-mail untuk mempermudah komunikasi.
 - Abstrak dalam bahasa Inggris/Indonesia dalam satu alenia, maksimal 100 kata
 - Kata kunci, maksimal 5 buah kata tunggal
 - Pendahuluan, berisi latar belakang dan tujuan atau ruang lingkup tulisan.
 - Sub Judul (sesuai kebutuhan)
 - Kesimpulan
 - Rujukan, hanya memuat sumber-sumber yang dirujuk. Rujukan disusun dengan tata cara seperti contoh berikut ini dan diurutkan secara alfabet dan kronologis.
 - Rujukan dan Buku:**
Einstein, A. 1938. The evolution of physics. London, Cambridge University Press.
 - Rujukan dan Jurnal/Majalah:**
Pangaribuan, T. 1992. Perkembangan kompetensi kewacanaan pembelajaran bahasa Inggris di LPTK. Disertasi tidak diterbitkan. Program Pascasarjana IKIP Malang, Malang.
 - Rujukan berupa makalah yang disajikan dalam Seminar, Penataran dan Lokakarya:**
Huda, N. 1991. Penulisan taporan penelitian untuk jurnal. Makalah disajikan dalam Lokarya Penelitian Tingkat Dasar bagi Dosen PTN dan PTS di Malang Angkatan XIV, Pusat Penelitian IKIP Malang, Malang, 12 Juli
7. Penyajian tabel, gambar, dan ilustrasi lain dicetak dalam satu halaman, Nomor dan judul tabel dicetak di atas tabel dengan huruf besar kecil, tebal, isi tabel, gambar dan ilustrasi lain dicetak dengan huruf normal (tidak tebal).
8. Kepastian pemuatan atau penolakan artikel akan diberitahukan secara tertulis. Penulis yang artikelnya dimuat akan mendapat imbalan berupa bukti pemuatan sebanyak 2 (dua) eksemplar. Artikel yang tidak dimuat tidak akan dikembalikan, kecuali atas permintaan penulis.
9. Dewan Redaksi tidak bertanggungjawab atas isi dan artikel yang dimuat dan tanggung jawab sepenuhnya dilimpahkan kepada penulis yang bersangkutan.



9 772087 393009