



MADA SANJAYA WS

**RIFA YANTI
ELA UMMI**

**R. PUTRI
A. MADDU
IRZAMAN**

**MASWARNI
IRA WATI**

**MUSYIRNA RAHMAH NST
TRI BUDHI MURDIATI**

**MUSYIRNA RAHMAH NST
DASNI SYAFRIL
YUHARMEN**

**R. PUTRI A.
MADDU
IRZAMAN**

SAID FHAZLI

SAID FHAZLI

SRI HILMA SIREGAR

photon

Jurnal Sain Dan Kesehatan

- | | |
|---|-----------|
| ANALISIS SINERONISASI CHAOTIK SIKRUIT CHUA SERTA APLIKASINYA DALAM SISTEM KEAMANAN KOMUNIKASI | 1 |
| DESKRIPTIF TINGKAT PENGETAHUAN IBU BEKERJA TENTANG PEMBERIAN ASI EKSLUSIF SECARA TIDAK LANGSUNG PADA BAYI DI RS IBU DAN ANAK ERIA BUNDA SUKAJADI PEKANBARU | 9 |
| STUDI KONDUKTIVITAS ELEKTROLIT POLIMER KITOSAN/PVA+KOH | 13 |
| DESKRIPTIF TINGKAT KECEMASAN REMAJA PUTRI DALAM MENGHADAPI MENARCHE DI SMP MUHAMMADYAH PEKANBARU | 19 |
| KONJUGASI ANHIDRAT KIORAMFENIKOL-PROTEIN (CAP-BSA DAN CAP-KLH) UNTUK PRODUKSI IgG DARI SERUM KELINCI | 23 |
| AKTIVITAS ANTIOKSIDAN SENYAWA FLAVONOID DARI KULIT BATANG LEGUNG (<i>Vitex pinnate Tour ex Linn</i>) DENGAN METODA TIOSIANAT | 33 |
| KARAKTERISASI ELEKTROLIT POLIMER OPTIMUM KITOSAN/PVA+KOH | 39 |
| STUDIES ON THE CHARACTERISTICS OF SPECTRAL SOLAR IRRADIATION IN THE TROPICS: A CASE STUDY OF MALAYSIA | 47 |
| STUDIES ON THE TOTAL COLUMN ATMOSPHERIC AEROSOL OPTICAL DEPTH, OZONE AND PRECIPITABLE WATER CONTENT | 55 |
| ISOLASI ENZIM SELULASE DARI PANKREAS KEONG MAS | 63 |

JURNAL PHOTON

Terbit Dua Kali Setahun : Oktober dan Mei

ISSN : 977 2087393009

Penanggung Jawab : Dekan FMIPA dan Kesehatan

Pimpinan Redaktur : Yeeri Badrun

Wakil Pimpinan Redaktur : Juli Widiyanto

Sekretaris Redaktur : Sri Hilma Siregar

Dewan Editor Tetap

Elvindri (Ekonomi – UNAND)

Elvis (Pend.Biologi – UIR)

Sukri Yunus(Kimia-UMSB)

Festiyet (Fisika – UNP)

Marganof (Kimia – UMSB)

Editor Lepas

Mubarak (Perikanan dan Kelautan UNRI)

Indra Hasan (Teknik-UMRI),

Andrius (Fisika-UMRI),

Yulia Fitri (Fisika – UNIRAB),

Evi Susanty (Pend. Biologi – UIR),

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

Web: <http://jphoton.blogspot.com/>

Email Jurnal : jurnal.photon@gmail.com

Diterbitkan oleh: UMRI PRESS

Tahun Pertama Terbit : 2010

DAFTAR ISI

ANALISIS SINKRONISASI CHAOTIK SIRKUIT CHUA SERTA APLIKASINYA DALAM SISTEM KEAMANAN KOMUNIKASI.....	1
DESKRIPTIF TINGKAT PENGETAHUAN IBU BEKERJA TENTANG PEMBERIAN ASI EKSLUSIF SECARA TIDAK LANGSUNG PADA BAYI DI RS IBU DAN ANAK ERIA BUNDA SUKAJADI PEKANBARU	9
STUDI KONDUKTIVITAS ELEKTROLIT POLIMER KITOSAN/PVA+KOH	13
DESKRIPTIF TINGKAT KECEMASAN REMAJA PUTRI DALAM MENGHADAPI MENARCHE DI SMP MUHAMMADYAH PEKANBARU	19
KONJUGASI ANHIDRAT KIORAMFENIKOL-PROTEIN (CAP-BSA DAN CAP-KLH) UNTUK PRODUKSI IgG DARI SERUM KELINCI.....	23
AKTIVITAS ANTIOKSIDAN SENYAWA FLAVONOID DARI KULIT BATANG LEGUNG (Vitex pinnate Tour ex Linn) DENGAN METODA TIOSIANAT	33
KARAKTERISASI ELEKTROLIT POLIMER OPTIMUM KITOSAN/PVA+KOH.....	39
STUDIES ON THE CHARACTERISTICS OF SPECTRAL SOLAR IRRADIATION IN THE TROPICS: A CASE STUDY OF MALAYSIA	47
STUDIES ON THE TOTAL COLUMN ATMOSPHERIC AEROSOL OPTICAL DEPTH, OZONE AND PRECIPITABLE WATER CONTENT IN THE TROPICS: A CASE STUDY OF MALAYSIA	55
ISOLASI ENZIM SELULASE DARI PANKREAS KEONG MAS.....	63
PANDUAN BAGI PENULIS JURNAL PHOTON.....	69

ANALISIS SINKRONISASI CHAOTIK SIRKUIT CHUA SERTA APLIKASINYA DALAM SISTEM KEAMANAN KOMUNIKASI

Mada Sanjaya WS

Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati, Bandung,
INDONESIA

Jurusan Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universiti Malaysia Terengganu, Kuala Terengganu
21030, MALAYSIA

e-mail: madasws@gmail.com

ABSTRAK

Sirkuit Chua merupakan sirkuit nonlinier sederhana yang dapat menghasilkan sistem dinamika chaotic termasuk kehadiran fenomena variasi bifurkasi dan attractor. Dalam makalah ini, telah dibuat desain dan simulasi numeric berdasarkan sirkuit dasar Chua. Hasil simulasi numeric dan eksperimen osiloskop digunakan untuk menunjukkan akurasi antara desain teoritik dan implementasi sirkuit yang dibuat. Program Matlab® and MultiSIM® digunakan untuk mensimulasikan secara numeric implementasi sirkuit Chua serta menunjukkan adanya gejala chaos. Dalam artikel ini, telah dikembangkan salah satu aplikasi sirkuit penghasil sinyal chaos sebagai modulator sinyal yang dapat digunakan dalam sistem keamanan komunikasi

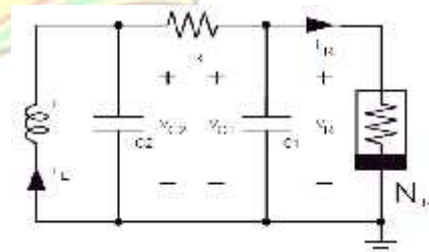
1. PENDAHULUAN

Dalam beberapa tahun terakhir teori chaos telah banyak menarik perhatian ilmuwan bidang sains murni maupun rekayasa teknik. Salah satu dari kajian penting dari teori chaos adalah aplikasinya dalam sistem keamanan komunikasi. Sinyal chaos sangat sensitif terhadap perubahan kondisi awal, mempunyai fitur dan noise yang tidak dapat diprediksi pada spektrum frekuensi tertentu. Jadi, dengan sifatnya yang unik tersebut, sinyal chaos memiliki potensi untuk dapat digunakan dalam berbagai aplikasi komunikasi khususnya dalam sistem keamanan komunikasi.

Landasan komunikasi berbasis chaos adalah teori sinkronisasi antara dua sistem chaos yang dapat terjadi pada parameter tertentu. Pada tahun 1990, Pecora dan Carrol [1],[2] telah mendemonstrasikan bahwa sistem chaos dapat disinkronisasi, penelitian ini menjadi awal penelitian lebih lanjut dalam mempelajari teori sinkronisasi dua sistem chaos yang identik serta beberapa aplikasinya yang dapat digunakan sebagai metode baru dalam sistem keamanan komunikasi.

Dalam artikel ini, telah digunakan sistem sirkuit elektronik yang sederhana dalam

pengembangan skema sistem keamanan komunikasi berbasis chaos dengan dua sirkuit Chua yang terkopling. Pertama, kita meneliti secara terpisah setiap sirkuit osilator untuk mempelajari perilaku dinamisnya ketika satu parameter kontrol divarisikan. Selanjutnya, dikembangkan efek sinkronisasi dalam dua sistem sirkuit terkopling serta parameter terjadinya sinkronisasi dua sistem chaos. Terakhir, mengaplikasikan teori sinkronisasi chaos dalam sistem keamanan komunikasi, dengan menggunakan parameter terjadinya chaos dan terjadinya sinkronisasi chaos dibuatlah skema sirkuit serta simulasi numeric sistem keamanan komunikasi berbasis sinyal chaos..



Gambar. 1. Skema sirkuit Chua.

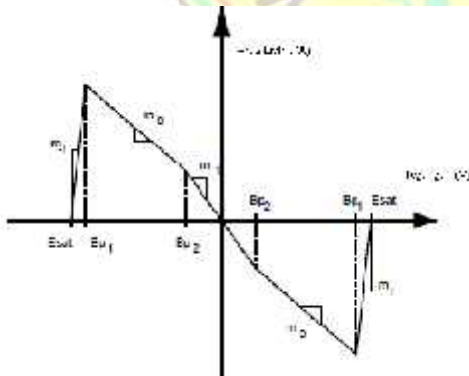
2. DINAMIKA CHAOTIC SIRKUIT CHUA

Sirkuit Chua [3]-[8], seperti ditunjukkan pada Gambar. 1 adalah sirkuit osilator yang dapat menghasilkan fenomena bifurkasi dan chaos. Sirkuit ini terdiri dari tiga elemen linier penyimpan energi (satu induktor dan dua kapasitor), sebuah resistor linier, serta sebuah resistor non-linier NR. Dengan menggunakan hukum Kirchhoff, sirkuit Chua dapat digambarkan dalam tiga persamaan diferensial biasa sebagai berikut:

$$\begin{aligned} C_1 \frac{dv_{C1}}{dt} &= G(v_{C2} - v_{C1}) - g(v_{C1}) \\ C_2 \frac{dv_{C2}}{dt} &= G(v_{C1} - v_{C2}) + i_L \\ L \frac{di_L}{dt} &= -v_{C2} \end{aligned} \quad (1)$$

yang mana

v_{C1} = tegangan pada kapasitor C_1 ,
 v_{C2} = tegangan pada kapasitor C_2 ,
 i_L = arus yang melalui induktor,
 C = kapasitansi kapasitor,
 L = induktansi induktor, dan
 G = konduktansi resistor R.



Gambar. 2. Fungsi resistor non-linier sirkuit Chua.

adalah karakteristik arus-tegangan non-linier dari resistor non-linier sebagaimana ditunjukkan pada Gambar. 2, dapat ditulis sebagai

$$g(v_{C1}) = g(v_R) = m_0 v_R + \frac{1}{2} (m_1 - m_0) [|v_R + B_p| - |v_R - B_p|] \quad (2)$$

yang mana adalah gradient dalam dan luar, dan menunjukkan kondisi terjadinya breakpoints. Resistor R adalah sebuah potensiometer dan digunakan sebagai parameter kontrol yang menghasilkan fenomena bifurkasi dari atraktor periodik sampai atraktor chaos.

Penetapan nilai parameter dua buah kapasitor, induktor dan resistor telah dibuat oleh Matsumoto [3]. Esat adalah tegangan saturasi dari komponen op-amp yang besarnya ditentukan oleh catu daya dan karakteristik internal dari op-amp. Resistor non-linier terdiri dari dua buah resistor yang terhubung secara paralel. Secara detail desain resistor non-linier telah dibuat oleh Kennedy [4].

Konstanta m_0 , m_1 , dan B_p telah ditentukan oleh Kennedy [4].

$$\left(\begin{aligned} m_1 &= -\frac{R_2}{R_1 R_3} - \frac{R_5}{R_4 R_6}, m_0 = -\frac{R_2}{R_1 R_3} + \frac{1}{R_4}, \\ B_{p1} &= \frac{R_3}{R_2 + R_3} E_{sat}, B_{p2} = \frac{R_6}{R_5 + R_6} E_{sat} \end{aligned} \right) \quad (3)$$

Dalam artikel ini telah dibuat simulasi numeric untuk menggambarkan fenomena dinamika dari sirkuit Chua dengan menyelesaikan persamaan (1). Simulasi numeric dari solusi persamaan diferensial (1) dibuat menggunakan MATLAB, dengan metode Runge-Kutta berorde empat.

Hasil simulasi numeric yang dibuat memperlihatkan kehadiran fenomena bifurkasi ditunjukkan pada Gambar. 3. Untuk menunjukkan perubahan dinamika sistem (1), parameter R dibuat bervariasi sebagai parameter kontrol, sedangkan parameter yang lain dibuat tetap seperti yang ditunjukkan pada table 1.

Tabel 1 Parameter Sirkuit Chua

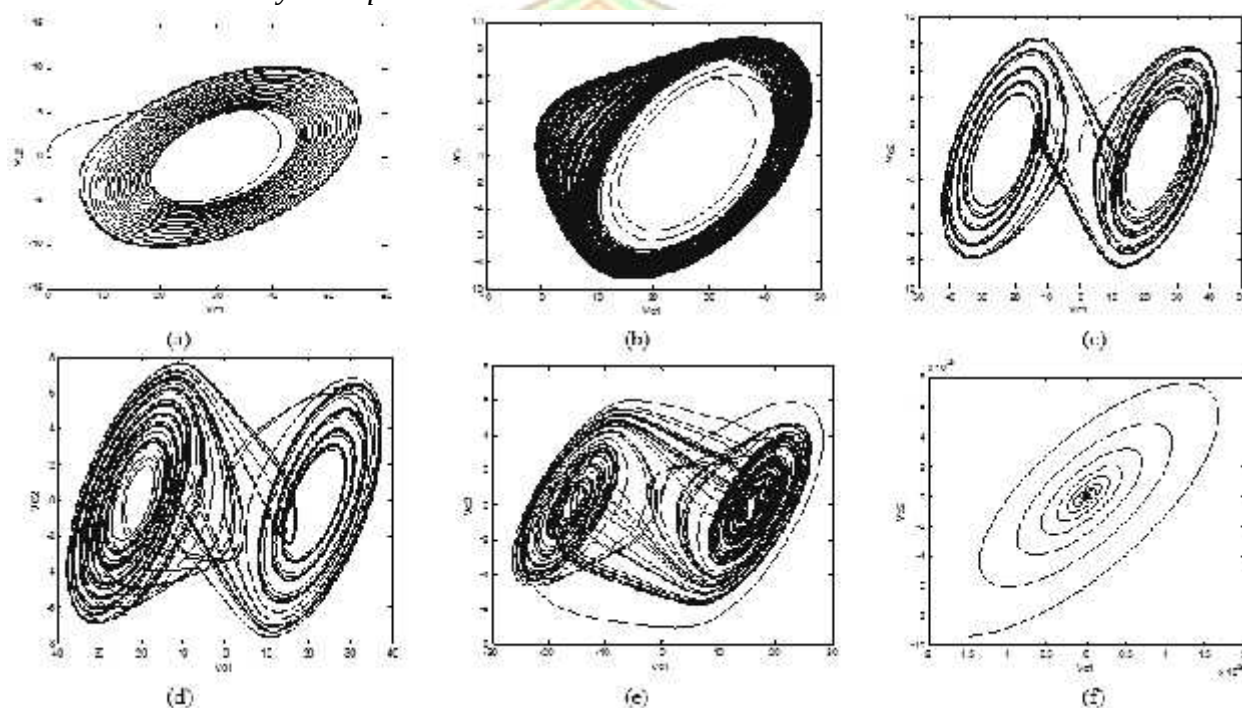
Simbol	Komponen	Nilai	Toleransi
R ₁	Resistor	220 Ω	± 5 %
R ₂	Resistor	220 Ω	± 5 %
R ₃	Resistor	2.2kΩ	± 5 %

Simbol	Komponen	Nilai	Toleransi
R ₄	Resistor	22k Ω	$\pm 5\%$
R ₅	Resistor	22k Ω	$\pm 5\%$
R ₆	Resistor	3.3k Ω	$\pm 5\%$
C ₁	Kapasitor	10nF	$\pm 5\%$
C ₂	Kapasitor	100nF	$\pm 5\%$
L	Induktor	18mH	$\pm 10\%$
R	Potentiometer	bervariasi	$\pm 5\%$
E _{sat}	Power Supply	9 V	
	Op amp		
U1A	TL082CD		
U1B	TL082CD		

Dengan memvariasikan nilai resistor variabel R dari 2 k Ω menuju nol, sirkuit Chua menghasilkan fenomena bifurkasi Hopf dari titik senter *limit cycle equilibrium* dan

period-doubling menjadi sebuah atraktor bertipe Rossler, dari atraktor bertipe Rossler berubah menjadi atraktor aneh *Double Scroll*, dan dari atraktor aneh *Double Scroll* berubah menjadi *spiral tak stabil* sebagaimana diperlihatkan pada Gambar. 3.

Pada Gambar. 3. ditunjukkan bahwa parameter R menjadi parameter kontrol yang dapat menghasilkan fenomena perubahan atraktor dari periodik stabil menjadi chaos, dan dari chaos menjadi periodik tak stabil sebelum akhirnya atraktor menghilang.



Gambar. 3. Simulasi numeric: Bifurkasi sirkuit Chua dengan parameter control R (a) $R = 2.00k$; limit cycle (b) $R = 1.95k$, atraktor bertipe Rossler; (c) $R = 1.9k$, atraktor Double Scroll; (d) $R = 1.85k$, atraktor Double Scroll; (e) $R = 1.7k$, atraktor Double Scroll; (f) $R = 1.65k$, limit cycle tak stabil.

III. SINKRONISASI CHAOTIC SIRKUIT CHUA

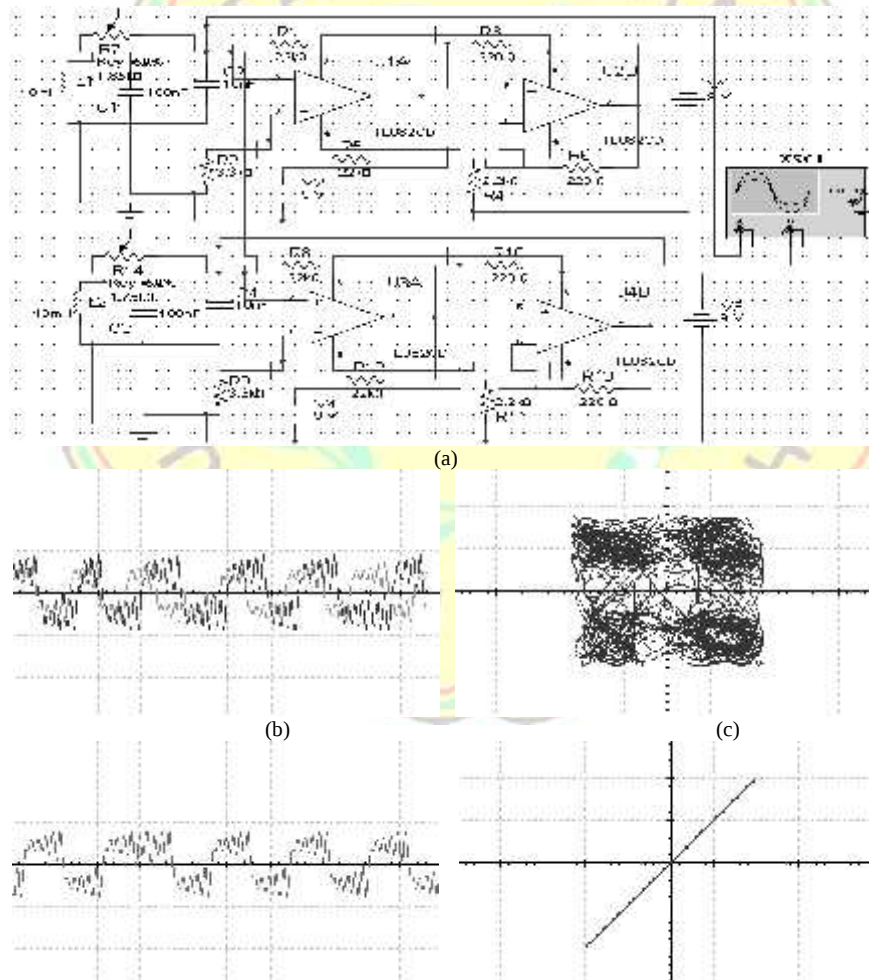
Sinkronisasi antar sistem *chaotic* telah banyak menarik perhatian ilmuwan, dan menjadi metode baru dalam aplikasi sistem komunikasi. Dengan mengkopling dan metode sinkronisasi sistem *chaotic* yang identik, sebuah sinyal informasi yang dikirimkan dari sebuah sistem *transmitter* dapat dihasilkan

kembali secara lengkap pada sistem *receiver* meski dirambatkan dengan modulasi sinyal *chaotic* melalui metode sinkronisasi. Dalam artikel ini, telah didesain, dibuat dan dianalisis menggunakan simulasi *numeric* pengembangan sistem *drive* dan sistem *response* dalam sistem komunikasi berbasis sinyal chaos.

Sinkronisasi *chaotic* pada sistem dinamika terkopel merupakan generalisasi dari sinkronisasi sistem linier yang dapat dimanfaatkan dalam sistem komunikasi. Ide dari metode ini adalah menghasilkan ulang seluruh sinyal pada *receiver* dari sinyal *chaotic* yang dihasilkan pada sistem *driver*. Karena hal itulah, sinkronisasi *chaotic* berpotensi untuk diaplikasikan dalam sistem komunikasi maupun pemrosesan sinyal [9]-[12]. Untuk membangun sebuah sistem keamanan komunikasi faktor teknispun sangat mempengaruhi kinerja dari sistem yang dibuat.

Simulasi sinkronisasi dari sistem Chua dapat ditunjukkan pada Gambar. 4.

Parameter kontrol R dari kedua sistem dibuat berbeda, dalam hal ini nilai R dari sistem *drive* adalah 1.85 kohm, sedangkan parameter kontrol R dari sistem *response* adalah 1.75 kohm. Hasil simulasi menunjukkan bahwa kedua sistem tersinkronisasi dengan baik. Gambar. 4 memperlihatkan skema implementasi dari sinkronisasi sistem Chua. Dalam Gambar. 4 juga menunjukkan hasil simulasi sinkronisasi *chaotic* dari sirkuit Chua menggunakan MultiSIM®



Gambar. 4. Sirkuit dan simulasi MultiSIM® : (a) sinkronisasi sirkuit Chua; (b) sistem *drive* dan *response* sinyal *chaotic* sebelum sinkronisasi; (c) Diagram fase sistem tak-sinkron; (d) sistem *drive* dan *response* sinyal *chaotic* setelah sinkronisasi; (e) sinkronisasi X-Xr.

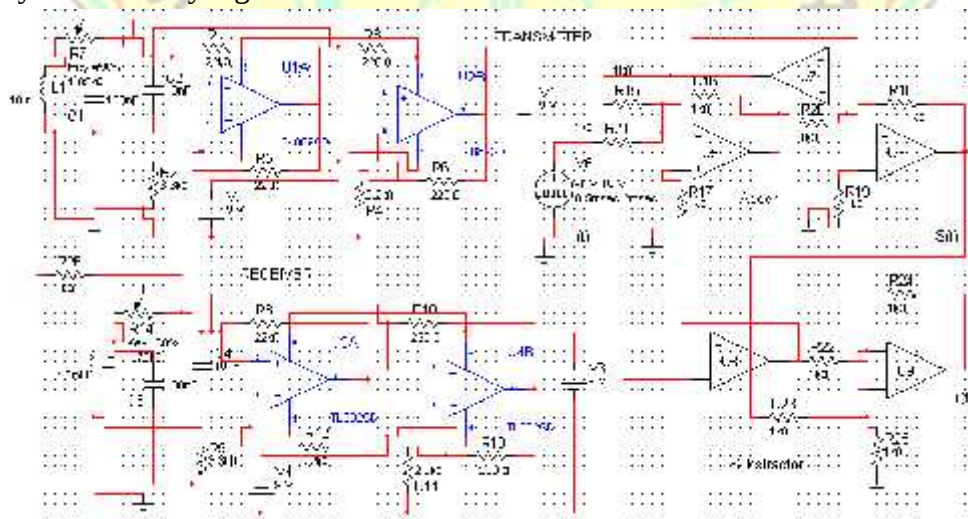
IV. APLIKASI PADA SISTEM KEAMANAN KOMUNIKASI

Dengan adanya fakta bahwa sinyal output dapat menghasilkan kembali sinyal input, hal ini mengindikasikan bahwa pada sistem tersebut memiliki potensi untuk dapat diimplementasikan menjadi salah satu metode dalam sistem keamanan komunikasi berbasis chaos. Kehadiran sinyal chaos diantara *transmitter* dan *receiver* menunjukkan bahwa sistem *chaotic* dapat digunakan dalam sistem keamanan komunikasi. Desain dari sistem ini sangat bergantung pada adanya kemampuan untuk terjadinya sinkronisasi *chaotic* antara sistem *drive transmitter* dan sistem *response receiver*. Dalam artikel ini, sistem *transmitter* dan sistem *receiver* dibuat identik kecuali nilai parameter kontrol R , dimana pada sistem *transmitter* bernilai 1.85 kohm dan pada sistem *receiver* bernilai 1.75 kohm sebagaimana ditunjukkan pada Gambar. 4.

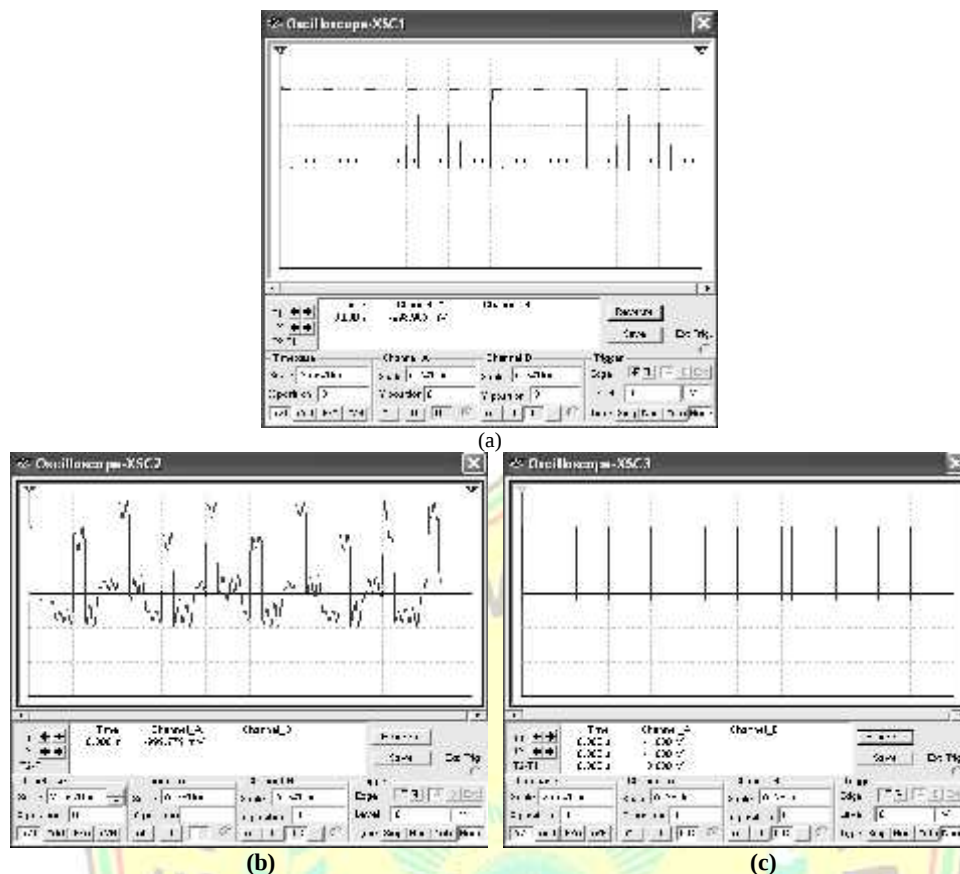
Hal yang sangat perlu diperhatikan dalam sistem komunikasi berbasis chaos adalah kesamaan antara parameter pada transmitter dan receiver. Dalam sistem keamanan komunikasi, sinyal informasi dimodulasikan dengan sinyal *chaotic* yang dihasilkan oleh

transmitter, kemudian sinyal modulasi inilah yang akan ditransmisikan pada jaringan komunikasi kabel, setelah itu pada *receiver* sinyal informasi didemodulasi sehingga terpisah dari sinyal *chaotic* pembawanya. Tingkat keberhasilan sistem ini amat bergantung pada tingkat sinkronisasi *chaotic* antara *transmitter* dan *receiver*nya. Dalam artikel ini, diperlihatkan simulasi *numeric* sistem keamanan komunikasi berbasis chaos menggunakan MultiSIM seperti terlihat pada Gambar. 5.

Gelombang sinyal kotak dijumlahkan dengan sinyal *chaotic* x , dan sinyal transmisi $S(t) = x + i(t)$ ditransmisikan menuju *receiver*. Sinyal *chaotic* x_r yang dihasilkan juga oleh *receiver* digunakan sebagai substraktor sehingga dihasilkan sinyal *retrieved* sebagai output dari *receiver*, $[x+i(t)]-x_r = i'(t)$, jika $x = x_r$. Gambar. 5 memperlihatkan skema sirkuit sebagai implementasi sirkuit Chua dalam sistem keamanan komunikasi. Gambar. 6 menunjukkan hasil simulasi MultiSIM® untuk sistem keamanan komunikasi.



Gambar. 5. Sirkuit sistem keamanan komunikasi berbasis sirkuit *chaotic* Chua.



Gambar. 6. Output MultiSIM® sistem keamanan komunikasi berbasis sirkuit *chaotic* Chua: (a) sinyal informasi $i(t)$; (b) sinyal transmisi *chaotic* $S(t)$; (c) sinyal *recovery* $i'(t)$.

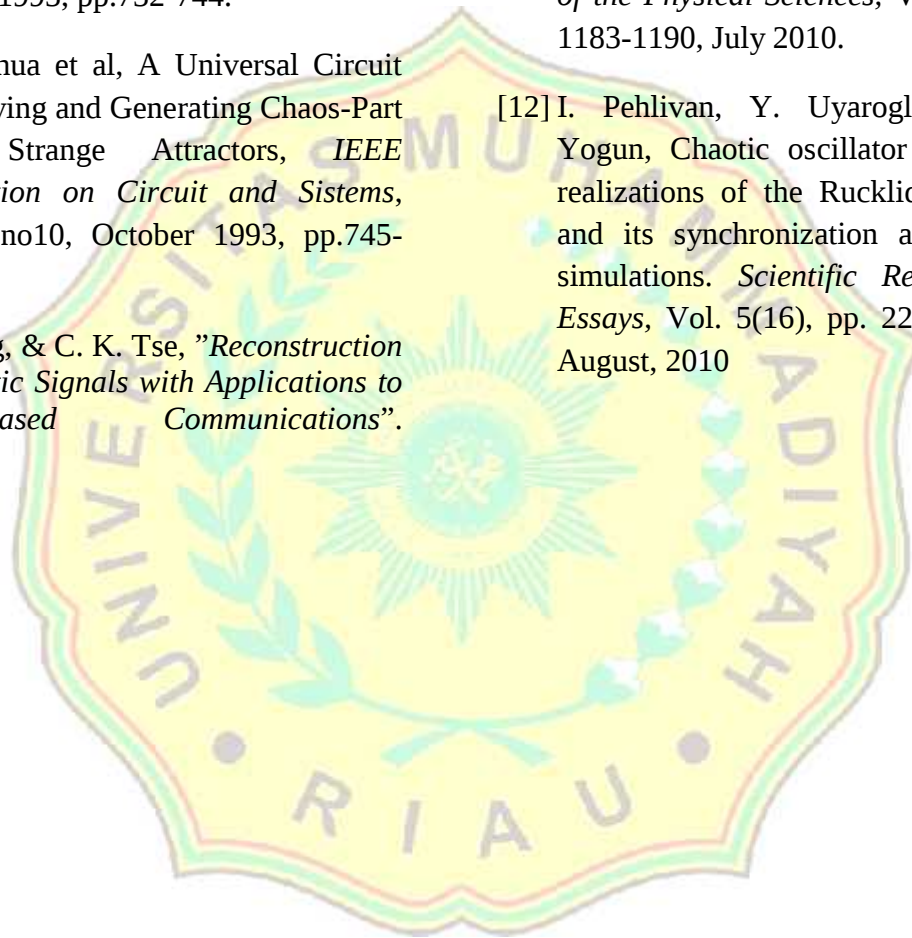
V. SIMPULAN

Dalam artikel ini telah dipelajari dan dilakukan simulasi *numeric* sirkuit osilator *chaotic* menggunakan Matlab dan sinkronisasi *chaotic* sistem identik dari sirkuit Chua serta aplikasinya dalam sistem keamanan komunikasi. Dalam artikel ini, sistem dinamika dari sirkuit *chaotic* Chua dianalisis secara detail dengan memvariasikan parameter kontrol R . Telah ditunjukkan juga bahwa sinyal *chaotic* dapat disinkronisasi secara sempurna sehingga dapat digunakan dalam sistem keamanan komunikasi. Simulasi sinkronisasi *chaotic* dua sirkuit Chua dan aplikasinya dalam sistem keamanan komunikasi dibuat menggunakan program MultiSIM.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] L. Pecora and T. Carroll, Synchronization in Chaotic Systems, *Physical Review Letters*, Vol. 64, pp. 821-823, 1990.
- [2] L. Pecora and T. Carroll, Driving systems With Chaotic Signals, *Physical Review Letters*, Vol. 44, pp. 2374-2383, 1991.
- [3] T. Matsumoto, A chaotic attractor from Chua's circuit. *IEEE Trans. Circuits Syst., CAS* 31(12):1055|1058, 1984.
- [4] M.P. Kennedy, Robust Op Amp Implementation of Chua's Circuit, *Frequenz*, Vol.46, no.3-4, pp.66-80, 1992.
- [5] M.P. Kennedy, Three Steps to chaos- Part I: Evolution, *IEEE Transaction on*

- Circuits and Systems*, Vol.40, no.10, pp.640-656, October 1993.
- [6] M.P. Kennedy, Three Steps to chaos-Part II: A Chua's Circuit Primer, *IEEE Transaction on Circuits and Systems*, Vol.40, no.10, pp.657-674, October 1993.
- [7] L. O. Chua et al, A Universal Circuit for Studying and Generating Chaos-Part I : Routes to Chaos, *IEEE Transaction on Circuit and Systems*, Vol.40, no10, October 1993, pp.732-744.
- [8] L. O. Chua et al, A Universal Circuit for Studying and Generating Chaos-Part II : Strange Attractors, *IEEE Transaction on Circuit and Systems*, Vol.40, no10, October 1993, pp.745-762.
- [9] J. C. Feng, & C. K. Tse, "Reconstruction of Chaotic Signals with Applications to Chaos-Based Communications". Tsinghua University Press dan World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., 2007.
- [10] I. Pehlivan, and Y. Uyaroglu, Rikitake Attractor and It's Synchronization Application for Secure Communication Systems. *Journal of Applied Sciences*, 7(2):232-236, 2007.
- [11] T. H. Lee, and J. H. Park, Generalized functional projective synchronization of Chen-Lee chaotic systems and its circuit implementation. *International Journal of the Physical Sciences*, Vol. 5(7), pp. 1183-1190, July 2010.
- [12] I. Pehlivan, Y. Uyaroglu, and M. Yogan, Chaotic oscillator design and realizations of the Rucklidge attractor and its synchronization and masking simulations. *Scientific Research and Essays*, Vol. 5(16), pp. 2210-2219, 18 August, 2010



DESKRIPTIF TINGKAT PENGETAHUAN IBU BEKERJA TENTANG PEMBERIAN ASI EKSLUSIF SECARA TIDAK LANGSUNG PADA BAYI DI RS IBU DAN ANAK ERIA BUNDA SUKAJADI PEKANBARU

Rifa Yanti ^[1], Ela Umami ^[2]

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

[2] Alumnus Jurusan D III Keperawatan-FMIPA UMRI
Email :rifaye1@ymail.com ^[1]

ABSTRAK

ASI eksklusif adalah ASI (Air Susu Ibu), yang diberikan pada bayi selama 4-6 bulan dan tanpa tambahan lain seperti susu formula, pisang, papaya, bubur, biskuit, dan nasi tim. ASI eksklusif juga merupakan nutrisi terbaik pada awal usia kehidupan bayi. ASI ibarat emas yang diberikan gratis oleh Tuhan karena ASI adalah cairan hidup yang dapat menyesuaikan kandungan zatnya yang dapat memenuhi kebutuhan gizi bayi, karena mengandung semua zat gizi sesuai kebutuhan untuk pertumbuhan dan perkembangan bayi. Penelitian ini bertujuan Untuk mengetahui deskriptif tingkat pengetahuan ibu bekerja tentang pemberian ASI Eksklusif secara tidak langsung pada bayi di RSIA Eria Bunda Sukajadi Pekanbaru. Penelitian ini bersifat *deskriptif*. Sampel dalam penelitian ini berjumlah 30 responden dengan menggunakan kuesioner, dimana pengambilan sampel dilakukan secara *accidental sampling*. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dengan judul deskriptif tingkat pengetahuan ibu bekerja tentang pemberian ASI Eksklusif secara tidak langsung pada bayi, secara umum ditemukan dari 30 responden, bahwa yang berpengetahuan baik sebanyak 17 orang (56,67%), berpengetahuan cukup sebanyak 12 orang (40%), dan berpengetahuan kurang sebanyak 1 orang (3,33%). Diharapkan kepada masyarakat khususnya ibu bekerja dapat lebih meningkatkan dan menerapkan pemahaman tentang pemberian ASI Eksklusif secara tidak langsung pada bayi guna meningkatkan stimulasi dan daya tahan tubuh bayi secara adekuat.

Kata Kunci: *Tingkat Pengetahuan, Ibu bekerja, ASI Eksklusif* .

1. PENDAHULUAN

Menyusui merupakan suatu proses yang alamiah dan termasuk salah satu tugas dalam perawatan kesehatan anak (bayi), namun pada kenyataannya tidak semua ibu dapat melaksanakan tugas tersebut dengan baik, dan juga tidak semua ibu berhasil menyusui bayinya dan bahkan banyak dari beberapa ibu menghentikan menyusui lebih dini. Kondisi ini tidak hanya berdampak pada kesehatan bayi tetapi juga dapat mengganggu konsep diri sebagai seorang ibu, karena tidak dapat berperan optimal dalam perawatan kesehatan bayinya. (Hamid, 2000).

Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa berbagai dampak buruk dapat terjadi pada bayi bila tidak mendapat Air Susu Ibu (ASI). Berdasarkan penelitian (Lucas, 1992 dalam Masora; 2003) diketahui bahwa Intelengen Question (IQ) sekelompok bayi prematur yang diberi ASI adalah 8.5 poin lebih tinggi dibandingkan kelompok bayi yang diberikan susu formula. Selain itu kurangnya atau tidak diberikannya ASI pada bayi dapat memberikan dampak lain, baik dampak fisiologis, psikologis sampai kondisi terburuk pada bayi yaitu kematian pada bayi (Achadi, 1999; Bobak, 2000).

Menurut hasil WHO tahun 2002-2003, didapati data jumlah pemberian ASI eksklusif pada bayi di bawah usia dua bulan hanya mencakup 64% dari total bayi yang ada. Persentase tersebut menurun seiring dengan bertambahnya usia bayi. Yakni, 46% pada bayi usia 2-3 bulan dan 14% pada bayi usia 4-5% (Depkes, 2005).

Di Indonesia saat ini sekitar 50 persen anak yang lahir diberi susu formula. Sedangkan untuk Provinsi DKI Jakarta hingga Juli 2010 hanya sekitar 33 persen yang memberi ASI Eksklusif dari target 80 persen di tahun 2010 ini. Pemberian susu formula meningkat tiga kali lipat dari 15,8 persen menjadi 45,5 persen, dan ini semua didukung dengan pekerjaan yang dilakukan oleh ibu bekerja. Dimana sebagian besar perusahaan di Indonesia menerapkan kebijakan pemberian cuti melahirkan hanya 3 bulan. Di Inggris ibu yang hamil dan melahirkan bisa mendapatkan cuti 40 minggu. Di Denmark, ibu mendapat cuti empat atau delapan minggu sebelum melahirkan dan 14 minggu sesudah melahirkan ditambah 10 minggu cuti untuk merawat bayi (Anonim, 2010).

Sedangkan berdasarkan survey awal yang peneliti lakukan pada tanggal 25 Maret 2011 terhadap 10 responden tentang pemberian ASI Eksklusif secara tidak langsung pada bayi didapatkan bahwa sebanyak 8 orang (80%) ibu bekerja telah tahu tentang cara menyimpan ASI dan sebanyak 2 orang (20%) belum mengetahui mengenai pemberian ASI.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Dalam penelitian ini peneliti menggunakan metode penelitian deskriptif, yaitu suatu metode penelitian yang dilakukan dengan tujuan utama untuk membuat gambaran atau deskripsi tentang

suatu keadaan secara objektif (Notoatmodjo, 2002).

Penelitian ini hanya menggambarkan dan melihat gambaran pengetahuan ibu bekerja tentang pemberian ASI eksklusif secara tidak langsung pada bayi di RS Ibu dan Anak Eria Bunda sukajadi Pekanbaru.:

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian yang telah dilakukan pada tanggal 25-31 Maret 2011 terhadap 30 Responden di RSIA Eria Bunda Sukajadi Pekanbaru yang berjudul deskriptif tingkat Pengetahuan Ibu Bekerja Tentang Pemberian ASI Eksklusif Pada Bayi di RSIA Eria Bunda Sukajadi Pekanbaru, dapat diuraikan pada tabel – tabel berikut :

Tabel 1: Distribusi Frekuensi Responden Berdasarkan Umur di RSIA Eria Bunda Pekanbaru Maret 2011

No	Umur	Frekuensi	Persentase
1	20 - 35 Tahun	29	96,67
2	> 35 Tahun	1	3,33
	Jumlah	30	100%

Dari hasil penelitian yang dilakukan peneliti di RSIA Eria Bunda Sukajadi Pekanbaru terhadap 30 responden, ditemukan mayoritas umur responden berusia antara 20-35 Tahun sebanyak 29 Orang (96,67%) .

Sesuai dengan teori Saksono (2000), mengatakan bahwa umur dapat mempengaruhi pengetahuan seseorang karena semakin muda umur seseorang, semakin rendah pengetahuan dan pengalaman yang dimilikinya dan sebaliknya semakin lanjut usia seseorang maka semakin tinggi pengetahuan dan pengalaman yang dimilikinya. Tetapi bila semua itu didukung oleh faktor pendidikan yang tinggi.

Tabel 2: Distribusi Frekuensi Responden Berdasarkan Pendidikan di RSIA Eria Bunda Pekanbaru Maret 2011

No	Pendidikan	Frekuensi	Persentase
1	SMP	1	3,33
2	SMA	8	26,67
3	Perguruan Tinggi	21	70
	Jumlah	30	100%

Faktor lain yang dapat mempengaruhi pengetahuan yaitu tingkat pendidikan. Berdasarkan dari hasil penelitian bahwa mayoritas pendidikan responden berada pada jenjang pendidikan perguruan tinggi yaitu sebanyak 21 Orang (70%).

Menurut Seroja (1999), mengatakan bahwa pendidikan seseorang merupakan faktor yang paling mempengaruhi pengetahuan seseorang. Hal yang serupa juga diungkapkan oleh Suhardi (2009), faktor – faktor yang mempengaruhi pengetahuan seseorang salah satunya adalah pendidikan. Semakin tinggi pendidikan seseorang maka semakin mudah orang tersebut menerima informasi sehingga semakin banyak pula pengetahuan yang didapatnya.

Menurut pendapat peneliti, tingkat pendidikan sangat mempengaruhi pengetahuan seseorang terhadap sesuatu, bila pendidikan tinggi maka pengetahuannya juga baik, berwawasan luas serta mampu berpikir kritis. Dan bila pendidikan rendah dapat menyebabkan pengetahuan seseorang juga rendah. Hal ini akan lebih tampak jika tidak pernah memperoleh informasi tentang kesehatan.

Tabel 3: Distribusi Frekuensi Tingkat Pengetahuan Responden Tentang Pemberian ASI Eksklusif Secara Tidak Langsung pada bayi di RSIA Eria Bunda Pekanbaru Maret 2011

No	Tingkat Pengetahuan	Frekuensi	Persentase
1	Baik	17	56,67
2	Cukup	12	40

3	Kurang	1	3,33
	Jumlah	30	100%

secara umum dari 30 responden berada dalam kategori baik sebanyak 17 Orang (56,67%), cukup 12 Orang (40%), dan kurang sebanyak 1 orang (3,33%), dan dapat disimpulkan bahwa mayoritas pengetahuan responden dalam kategori baik yaitu sebanyak 17 orang (56,67%).

Hal ini juga didukung berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan Arfiah (2007) di RSIA Siti Fatimah Makassar dengan judul “Gambaran Pengetahuan Ibu Post Partum Tentang Pemberian ASI Eksklusif Pada Bayi di RSIA Siti Fatimah Makassar” secara umum dari 80 responden berada dalam kategori baik sebanyak 49 orang (61,25%) dan kurang sebanyak 31 orang (38,75%), mayoritas tingkat pendidikan responden berada pada jenjang pendidikan perguruan tinggi sebanyak 38 Orang (47,5%), dan mayoritas responden pernah memperoleh informasi sebanyak 64 orang (80%).

Sedangkan menurut Wilson (2002), menyatakan bahwa pengetahuan adalah pembentukan asosiatif yang menghubungkan atau menjalin sebuah pikiran dengan kenyataan atau pikiran lain berdasarkan pengalaman yang berulang – ulang tanpa pemahaman mengenai kualitas sebab dan akibat universal

DAFTAR PUSTAKA

- Arikunto, S. (2006). Prosedur penelitian suatu pendekatan praktek. Jakarta: EGC
- Chumbey, J. (2003). Tip Soal ASI dan Menyusui. Jakarta: Erlangga
- Dahlan. (1999). Sumber informasi. Diperoleh pada tanggal 30 Maret 2011 dari <http://www.sumberinformasi.com>

- Dahlan, (2006). Ibu Bekerja dan ASI Perah, Diperoleh tanggal 17 November 2010
<http://www.ayahbunda.co.id>
- Danuatmaja, bonny. (2003). 40 Hari Pasca Persalinan. Jakarta: Puspa Swara
- Farida. (2004). Pentingnya Memberi Lebel Pada wadah ASI Perah. Diperoleh tanggal 08 november 2010. Dari <http://female.kompas.com>.
- Kalnins, D. (2003). Baby Feeding. Jakarta: Prestasi Pustakaraya.
- Notoatmojo, S. (2002). Metodologi Penelitian Kesehatan. Jakarta : Rinne Cipta
- Notoatmodjo. (2003). Pengetahuan. Jakarta : Rinne Cipta
- Notoatmojo. S. (2005). Metodologi Penelitian Kesehatan. Jakarta : Rinne Cipta
- Mary, MD. (2006). Tata Laksana Ibu dan Bayi Pasca Kelahiran. Jakarta: Prestasi Pustakaraya.
- Mc Luhan. (1999). Informasi dan pengetahuan. Diperoleh pada tanggal 2 April 2011 dari <http://www.informasi.com>
- Rahadian, P. (2008). Panduan Menyimpan ASI. Diperoleh pada tanggal 28 oktober 2010 dari <http://www.asipasti.co.cc/2008/07/panduan-menyimpan-asi.html>
- Raharmi. (2000). Informasi. Diperoleh pada tanggal 3 April 2011 dari <http://www.informasi.co.id>
- Rober. (2000). Informasi sebagai ilmu pengetahuan. Diperoleh pada tanggal 2 April 2011 dari <http://www.geogle.com>
- Suhardi. (2009). Faktor-faktor yang mempengaruhi pengetahuan. Diperoleh pada tanggal 3 April 2011 dari <http://www.lasphast.com>
- Saksono, (2000). Klasifikasi Umur. Diperoleh pada tanggal 2 April 2011 dari <http://www.umur.com>
- Seroja. (1999). Peranan pendidikan. Diperoleh pada tanggal 3 April 2011 dari <http://www.pendidikan.com>
- Sri. (2009). Perkembangan Umur. diperoleh pada tanggal 2 April 2011 dari <http://www.umur.co.id>
- Suryabudi, M. (1999). Cara Merawat Bayi dan Anak-anak. Bandung: Pionir Jaya
- Utami, roesli. (2000). Mengenal ASI Eksklusif. Jakarta: Trubus Angriwidya
- William, F. (2003). Pedoman Merawat Bayi. Jakarta: Erlangga
- Wilson. (2002). Pemahaman dan pengetahuan. Diperoleh pada tanggal 3 April 2011 dari <http://id.Wikipedia.org/wiki/pengetahuan>.
- Written. (2007). Menyimpan ASI Perah. Diperoleh pada tanggal 02 november 2010 dari <http://www.Tips bayi.co.id>.

STUDI KONDUKTIVITAS ELEKTROLIT POLIMER KITOSAN/PVA+KOH (Conductivity study of Chitosan/PVA+KOH polymer electrolyte)

R.Putri¹, A.Maddu², Irzaman²

1. Departemen Fisika, Universitas Muhammadiyah Riau

2. Departemen Fisika, Institut Pertanian Bogor

ABSTRAK

The blend-based polymer electrolyte consisting of chitosan and polyvinyl alcohol (PVA) as host polymers and potassium hydroxide (KOH) as the complexing salt was studied. Polymer electrolyte were obtained by the casting technique. An attempt was also made to investigate the effect of TiO₂ concentration in the chitosan/PVA+KOH polymer electrolyte. The best ionic conductivity values of $1,105 \times 10^{-2} \text{ S cm}^{-1}$ at room temperature were obtained for the sample containing 35%wt of KOH and $1,210 \times 10^{-2} \text{ S cm}^{-1}$ for the sample containing 50% wt TiO₂. The polymer electrolyte with good ionic conductivity properties were characterized by thermal analysis (DSC). The glass transition temperature about 75.30 °C for the optimum Chitosan/PVA+KOH

Key words : polymer electrolyte, conductivity, chitosan

1. PENDAHULUAN

Udang merupakan salah satu komoditas ekspor perikanan Indonesia yang jumlahnya dari tahun ke tahun semakin meningkat. Potensi udang pada tahun 2009 sebesar 540.000 ton, limbah yang diperkirakan mencapai 324.000 ton. Jika limbah sebanyak ini tidak ditangani dengan baik, maka akan menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan [1,2].

Kulit udang mengandung kitin sebesar 99,1%. Jika diproses lebih lanjut akan dihasilkan kitosan. Kitosan memiliki gugus aktif amina bebas dan hidroksil. Dengan adanya gugus-gugus ini, maka kitosan dapat dimodifikasi menjadi berbagai produk. Modifikasi yang dapat dilakukan adalah alkilasi, sililasi, tosilasi, pembentukan garam kuartener, sulfatasi, fosforilasi, dan tiolasi [2,3]. Kitosan juga dapat dimodifikasi dengan cara dicampur dengan polimer lain seperti polivinil alkohol(PVA) dan poli (asam akrilat).

Pencampuran kitosan/PVA dapat dimanfaatkan sebagai elektrolit polimer untuk berbagai macam aplikasi. Hal ini dapat dilihat dari kedua potensi bahan tersebut. Kitosan bersifat polielektrolit kationik karena adanya gugus amino, *biodegradable*, bisa membentuk film, dan bisa berfungsi sebagai agen pengkelat ion logam. Sedangkan PVA memiliki sifat mekanik yang bagus dan kemampuan terdegradasi alami pada kondisi tertentu. Pencampuran kitosan dan PVA dapat memperbaiki kekuatan mekanik dan meningkatkan konduktivitas elektrolit polimer [1,2].

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan komposisi optimum kitosan/PVA+KOH. Komposisi optimum merupakan komposisi elektrolit polimer yang menghasilkan nilai konduktivitas ionik paling tinggi. Selain itu juga diteliti efek penambahan *filler* TiO₂ terhadap komposisi kitosan/PVA+KOH optimum..

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Biofisika Departemen Fisika IPB dan Sentra Teknologi Polimer PUSPITEK Serpong dari Mei 2008 sampai Januari 2009.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya adalah kitosan, polivinil alkohol (PVA), aquades, asam asetat, KOH, dan TiO_2 . Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah neraca analitik, gelas piala, pipet tetes, pipet Mohr, gelas ukur Iwaki 10 ml dan 100 ml, *hot plate*, cawan petri, *hot plate stirrer*, *tissue*, *Bransonic 2510* dan *furnace* (tanur). Alat karakterisasi yang digunakan diantaranya adalah: LCR meter dan *Rheometric Scientific DSC*.

Kitosan sebanyak 0,25 gram dilarutkan dalam 10 ml asam asetat 1% dengan metode sonikasi selama 4 jam. Kemudian ditambahkan PVA sebanyak 0,25 gram. Proses pencampuran dilakukan dengan menggunakan *hot plat stirrer* pada temperatur 80 °C sampai larutan homogen. Campuran kitosan-PVA yang telah homogen ditambahkan KOH dengan variasi konsentrasi 0–50% wt. Campuran kitosan/PVA+KOH dengan berbagai konsentrasi didinginkan pada suhu ruang dan diukur konduktivitasnya dengan menggunakan LCR meter. Efek penambahan *filler* TiO_2 pada campuran kitosan/PVA+KOH optimum diamati pada variasi konsentrasi 0–60% wt dengan cara mengukur konduktivitasnya.

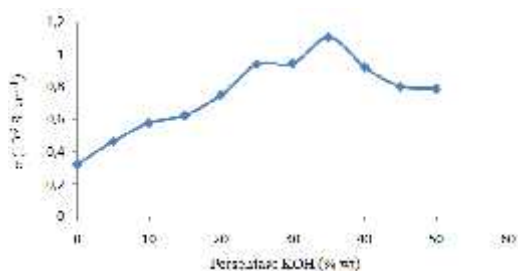
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Konduktivitas ionik kitosan/PVA

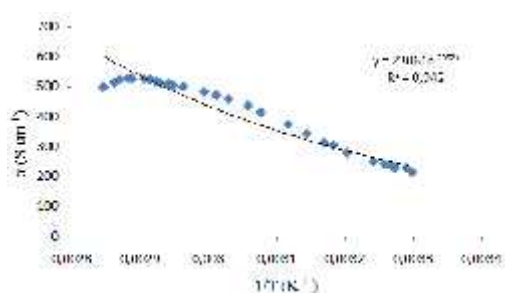
Kajian yang paling penting dalam kompleks elektrolit polimer adalah

pengukuran konduktivitas ioniknya. Konduktivitas ionik yang ditunjukkan oleh suatu matriks elektrolit polimer adalah hasil dari penambahan (*doping*) unsure alkali ke dalam matriks polimer tersebut. Unsur alkali yang ditambahkan ke dalam polimer kitosan/PVA adalah kalium dari senyawa KOH dengan berbagai konsentrasi (%wt). Dari Gambar 1, dapat dilihat bahwa nilai konduktivitas ionik meningkat dengan semakin banyaknya KOH yang ditambahkan. Konduktivitas ionik kitosan/PVA tanpa penambahan KOH sekitar $0,325 \times 10^{-2} \text{ S cm}^{-1}$. Konduktivitas meningkat ketika ditambahkan KOH ke dalam polimer tersebut. Peningkatan konduktivitas ionik akibat adanya penambahan KOH berkaitan dengan adanya peningkatan jumlah ion pembawa muatan (K^+) dan reaksi ion tersebut di dalam rantai polimer [4].

Pada batas tertentu penambahan garam KOH mengakibatkan penurunan nilai konduktivitas ionik elektrolit polimer kitosan/PVA. Nilai konduktivitas ionik paling tinggi yaitu pada penambahan KOH sebesar 35%. Konduktivitas ionik kitosan/PVA pada kondisi penambahan KOH 35 % (optimum) adalah sebesar $1,105 \times 10^{-2} \text{ S cm}^{-1}$. Nilai ini lebih besar $0,255 \times 10^{-2} \text{ S cm}^{-1}$ dibandingkan dengan konduktivitas ionik elektrolit polimer PVA+KOH 40% yang telah dilakukan A.A Mohamad dan A. K. Arof pada tahun 2006 [5]. Senyawa KOH yang ditambahkan pada elektrolit polimer kitosan/PVA, 5% lebih rendah dibandingkan dengan elektrolit polimer PVA+KOH. Penambahan kitosan pada PVA terbukti dapat meningkatkan konduktivitas ionik elektrolit polimer karena kitosan sendiri merupakan polimer yang bersifat konduktif.



Gambar 1 Variasi konduktivitas ionik elektrolit polimer kitosan/PVA terhadap persentase penambahan KOH (% wt)



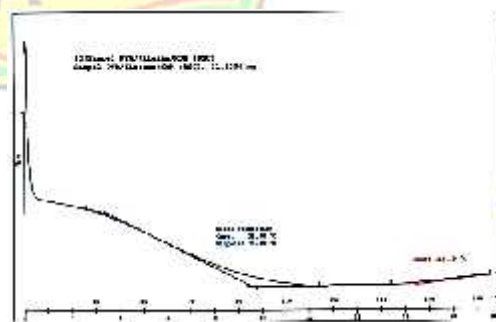
Gambar 2 Hubungan antara temperatur dan konduktivitas ionik kitosan/PVA+KOH 35 %

Hubungan konduktivitas ionik elektrolit polimer kitosan/PVA+KOH terhadap temperatur dapat dilihat pada Gambar 2. Elektrolit polimer yang diukur merupakan elektrolit polimer dengan konduktivitas ionik paling tinggi (35% KOH). Dari Gambar 2, dapat dilihat bahwa semakin tinggi temperatur, maka konduktivitas ionik elektrolit polimer juga semakin tinggi. Pada batas temperatur tertentu, konduktivitas elektrolit polimer semakin menurun dengan semakin meningkatnya temperatur. Nilai konduktivitas ionik elektrolit polimer optimum pada suhu 75,40 °C. Adanya temperatur optimum ini berpengaruh dalam aplikasi elektrolit polimer tersebut. Selain itu, peningkatan konduktivitas terhadap temperatur berkaitan dengan apa yang terjadi pada kristal ionik yaitu terjadinya proses lompatan ion ke bagian tetangga atom terdekat yang kosong. Pada temperatur tinggi, pergerakan termal rantai polimer dan disosiasi garam semakin meningkat sehingga konduktivitas semakin meningkat.

Pada temperatur rendah, kehadiran garam KOH menyebabkan interaksi garam-polimer atau interaksi kation-dipol yang akan meningkatkan energi kohesif jaringan polimer. Ketika terjadi penurunan volume bebas, gerak segmental polimer dan ion akan terhalang, sehingga terjadi penurunan konduktivitas ionik [6].

DSC (Differential Scanning Calorimetry)

Salah satu teknik yang digunakan untuk menentukan temperatur transisi gelas (T_g) elektrolit polimer adalah DSC (Differential Scanning Calorimetry). Temperatur transisi gelas (T_g) merupakan sifat yang penting dalam polimer, di mana pada temperatur ini terjadi perubahan dari keadaan glassy ke keadaan rubbery. Tinggi rendahnya temperatur transisi gelas dipengaruhi oleh kekuatan ikatan antar rantai pada polimer dimana kekuatan ikatan makin besar maka temperatur transisi gelas juga makin tinggi [7]. Temperatur transisi gelas PVA adalah 85 oC sedangkan kitosan adalah 150 oC. Temperatur transisi gelas kitosan sulit ditentukan karena kitosan mempunyai sifat kristalin dan berbentuk heterosiklik dimana kuatnya ikatan antar dan intermolekul hidrogen di dalam polimer kitosan. Sifat ini biasanya juga ditemukan pada beberapa polisakarida seperti turunan selulosa dan kitin.



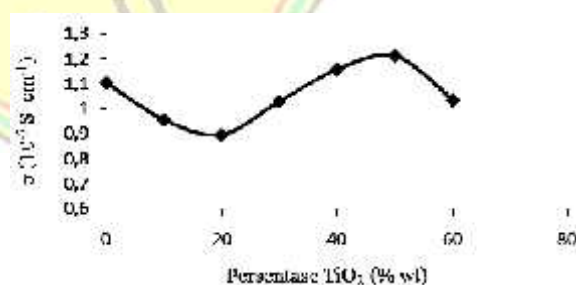
Gambar 3 Temperatur transisi gelas (T_g) Kitosan/PVA+KOH

Analisa DSC telah dilakukan pada polimer elektrolit kitosan/PVA+KOH dengan perbandingan kitosan: PVA = 1 : 1 dan penambahan KOH 35%. Dari analisa ini (Gambar 3) hanya diperoleh satu titik transisi gelas yaitu 75,30 oC. Titik transisi gelas ini lebih mendekati dan lebih rendah dari Tg PVA. Hal ini dapat dijelaskan sebagai berikut, penambahan kitosan pada PVA akan menyebabkan terjadinya peningkatan fleksibilitas rantai polimer. Peningkatan fleksibilitas rantai menyebabkan kemampuan atom-atom pada struktur polimer untuk berputar atau melakukan segmental di antara rantai-rantainya semakin meningkat. Akibatnya temperatur transisi gelas paduan polimer tersebut semakin menurun.

Konduktivitas ionik akan semakin meningkat dengan semakin turunnya temperatur transisi gelas elektrolit polimer. Pada kondisi penambahan garam optimum diperoleh nilai temperatur gelas tertentu yang nilainya merupakan kombinasi dari temperatur transisi gelas masing-masing polimer pembentuknya. Penelitian yang telah dilakukan Osman pada kitosan+Li menunjukkan bahwa penambahan garam pada elektrolit polimer akan menurunkan temperatur transisi gelas dan meningkatkan konduktivitas ioniknya [7]. Pada kondisi tertentu, terjadi peningkatan nilai Tg ketika penambahan garam melebihi jumlah optimum. Meningkatnya nilai Tg akan menyebabkan menurunnya fleksibilitas segmental dan semakin kakunya rantai polimer. Kekakuan rantai polimer terjadi akibat adanya ikatan silang antara kation pada garam dengan segmen di sekeliling rantai yang juga akan menurunkan mobilitas kation.

Efek Penambahan filler TiO_2

Salah satu cara untuk meningkatkan konduktivitas ionik elektrolit polimer adalah dengan menambahkan filler. Penambahan filler tergantung pada aplikasi yang diinginkan. Untuk aplikasi dye-sensitized solar cells (DSSC), filler TiO_2 dapat ditambahkan pada elektrolit polimer [6,8]. Pada penelitian ini, elektrolit polimer kitosan/PVA+KOH 35% ditambahkan filler TiO_2 dengan variasi konsentrasi 0-60% wt. Hasil penelitian menunjukkan (Gambar 4) bahwa semakin banyak TiO_2 yang ditambahkan, konduktivitas ionik elektrolit polimer semakin tinggi. Konduktivitas ionik elektrolit polimer maksimum pada konsentrasi penambahan TiO_2 sebesar 50%. Konduktivitas ionik elektrolit polimer dengan penambahan TiO_2 optimum menghasilkan konduktivitas sebesar $1,210 \times 10^{-2} \text{ S cm}^{-1}$. Nilai ini lebih besar $0,154 \times 10^{-2} \text{ S cm}^{-1}$ dari konduktivitas ionik elektrolit polimer kitosan/PVA+KOH 35% yang hanya $1,105 \times 10^{-2} \text{ S cm}^{-1}$. Penambahan filler TiO_2 dapat meningkatkan kekuatan mekanik, meningkatkan konduktivitas ionik, dan stabil dalam interface [8,9].



Gambar 4 Efek penambahan TiO_2 pada elektrolit polimer kitosan/PVA+KOH

4. KESIMPULAN

Pada penelitian ini telah dihasilkan elektrolit polimer kitosan/PVA+KOH

dengan komposisi optimum KOH 35% wt. Nilai konduktivitas ionik yang dihasilkan pada kondisi optimum adalah $1,105 \times 10^{-2} \text{ S cm}^{-1}$. Konduktivitas ionik elektrolit polimer meningkat dengan semakin meningkatnya temperatur. Namun pada temperatur diatas transisi gelas konduktivitas menurun karena adanya transisi polimer. Transisi elektrolit polimer terjadi pada temperatur 75,30 °C. Penambahan *filler* TiO_2 akan meningkatkan konduktivitas ionik elektrolit polimer. Elektrolit polimer dengan penambahan *filler* TiO_2 50% wt menunjukkan nilai konduktivitas ionik yang lebih tinggi yaitu sekitar $1,210 \times 10^{-2} \text{ S cm}^{-1}$.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Aisyah IN. *Pembengkakan Hidrogel Kitosan-Polivinil Alkohol* [skripsi]. Bogor: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor; 2005
- [2] Kaban J. *Modifikasi Kimia Dari Kitosan dan Aplikasi Produk Yang Dihasilkan*. Medan: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sumatera Utara; 2009
- [3] Wan Y, Creber KAM, Peppley B, Bui VT. *Synthesis, characterization and ionic conductive properties of phosphorylated chitosan membranes*. *Macromol. Chem. Phys* 2003; 204: 850-858.
- [4] Idris NH, Majid SR, Khair ASA, Hassan MF, and Arof AK. *Conductivity Studies on Chitosan/PEO Blends with LiTFSI Salt*. *Ionics* 2005; 11: 375
- [5] Mohamad AA, Arof AK. *Effect of storage time on the properties of PVA-KOH alkaline solid polymer electrolyte system*. *Ionics* 2006;12: 57-61
- [6] Rajendran S, Babu RS, Renuka Devi K. *Ionic conduction behavior in PVC-PEG blend polymer electrolytes upon the addition of TiO_2* . *Ionics* 2008; DOI 10.1007/s11581-008-0222-3
- [7] Osman Z. *Thermal and Conductivity Studies of Chitosan Acetate-Based Polymer Electrolytes*. *Ionics* 2005; 11:397
- [8] Lakshman Dissanayake MAK. *Nano-Composite Solid Polymer Electrolytes for Solid State Ionic Devices*. *Ionics* 10 (2004) 221
- [9] Majid SR, Idris NH, Hassan MF, Winie T, Khair ASA and Arof AK. *Transport Studies on Filler-doped Chitosan Based Polymer Electrolyte*. *Ionics* 2005; 11: 451

DESKRIPTIF TINGKAT KECEMASAN REMAJA PUTRI DALAM MENGHADAPI MENARCHE DI SMP MUHAMMADYAH PEKANBARU

Maswarni^[1], Ira Wati^[2]

[1] staff pengajar Jurusan D III Keperawatan
Fakultas MIPA dan Kesehatan Universitas Muhammadiyah Riau
Email : Maswarni82@yahoo.co.id[1]

[2] Alumnus Jurusan D III Keperawatan-FMIPA. UMRI

Abstrak

Menarche adalah menstruasi pertama yang dialami oleh remaja pada saat pubertas. Biasanya ditandai adanya perubahan lain seperti pertumbuhan payudara, pertumbuhan rambut daerah pubis dan aksila, serta distribusi lemak pada daerah pinggul. Remaja putri yang mengalami menarche biasanya akan merasa cemas. Kecemasan adalah gangguan alam perasaan atau kekhawatiran yang mendalam dan berkelanjutan. Tujuan penelitian ini adalah untuk melihat gambaran tingkat kecemasan remaja putri dalam menghadapi Menarche di SMP Muhammadiyah Pekanbaru. Jenis penelitian ini adalah Deskriptif. Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 18 – 19 Mei 2010 di SMP Muhammadiyah Pekanbaru. Populasi Pada Penelitian ini adalah remaja putri yang ada di SMP Muhammadiyah Pekanbaru dengan jumlah sampel 43 responden dengan menggunakan teknik Stratified Random Sampling. Teknik pengumpulan data menggunakan kuesioner sebanyak 43 responden. Hasil penelitian menunjukkan bahwa gambaran tingkat kecemasan remaja putri dalam menghadapi Menarche di SMP Muhammadiyah Pekanbaru yaitu Kecemasan berat sebanyak 15 orang (34,88%), Kecemasan sedang 11 orang (25,58%), Kecemasan ringan sebanyak 9 orang (20,93%), Tidak cemas sebanyak 8 orang (18,60%), Kecemasan berat sekali tidak ada (0). Di harapkan remaja putri SMP Muhammadiyah Pekanbaru agar bisa mengatasi kecemasan pada saat meghadapai Menarche dengan cara berolah raga, mampu berpikir positif. Berdasarkan penelitian perlu adanya penyebarluasan informasi tentang Menarche agar remaja putri tidak mengalami kecemasan berat dalam menghadapi Menarche sehingga tingkat kecemasan remaja putri dalam menghadapi menarche dapat di minimalisir..

Kata Kunci : Tingkat kecemasan, Remaja Putri, Menarche

1. PENDAHULUAN

Kecemasan merupakan salah satu emosi yang paling menimbulkan stress yang dirasakan oleh banyak orang. Kecemasan juga disebut dengan ketakutan atau perasaan gugup, cemas, khawatir, bimbang, firasat buruk, takut akan pikirannya sendiri dan mudah tersinggung, merasa tegang, tidak tenang, gelisah, gerakan sering serba salah dan mudah terkejut, takut sendirian, takut keramaian dan banyak orang, gangguan pola tidur, mimpi-mimpi yang menegangkan, gangguan konsentrasi dan daya ingat, gangguan pencernaan, sakit kepala dan lain sebagainya (Hawari, 2001).

Di Inggris, rata-rata haid pertama datang pada usia 13 tahun. Dibandingkan dengan keadaan abad yang lalu, dimana haid pertama pada umumnya datang pada umur 15 tahun. Nampaknya anak-anak gadis dari orang tua yang lebih berada , mengalami Menarche lebih cepat dari pada mereka yang mempunyai orang tua yang kurang berada. Tetapi rata-rata tidak lebih dari 6 sampai 9 bulan. Kedatangan haid pertama tergantung pada tingkat sosial ekonomi dari pada iklim tempat tinggal. (Llewellyn, 2005).

Di Indonesia, Statistik tentang perasaan para remaja putri saat menghadapi Menarche di dapatkan 77 persen mereka mengalami

kecemasan, 24 persen mereka tidak peduli, 15 persen mereka di landa kebingungan, 12 persen mereka merasa sedih, dan 6 persen merasa bangga pada dirinya sendiri (Ridha, 2006)..

2. METODOLOGI PENELITIAN

Dalam penelitian ini peneliti menggunakan jenis penelitian *deskriptif*. Menurut Fathoni (2006), *deskriptif* adalah suatu penelitian yang bermaksud mengadakan pemeriksaan dan pengukuran. Pengukuran terhadap gejala tertentu, adapun peneliti mengajukan pertanyaan mengenai tingkat kecemasan remaja putri dalam menghadapi menarche di SMP Muhammadiyah Pekanbaru.

Dalam analisa data peneliti menggunakan tingkat kecemasan sebagai alat ukur dengan hasil :

1. Tidak cemas : 0 – 14
2. Kecemasan Ringan : 14 – 20
3. Kecemasan Sedang : 21 – 27
4. Kecemasan Berat : 28 – 41
5. Kecemasan Berat Sekali : 42 – 56

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan pada tanggal 18- 19 Mei 2010 terhadap 43 responden dengan menggunakan alat ukur kuesioner tentang gambaran tingkat kecemasan remaja putri dalam menghadapi menarche di SMP Muhammadiyah Pekanbaru dapat dilihat pada tabel-tabel sebagai berikut :

Tabel 1. Distribusi Frekuensi Umur Responden Di SMP Muhammadiyah Pekanbaru Mei 2010

No	Umur	Frekuensi (f)	Persentase (%)
1	12 tahun	19	44,1
2	13 tahun	15	34,88
3	14 tahun	9	20,93
	Jumlah	43	100

Menurut pendapat Santrolk (2003) menyebutkan bahwa remaja awal yang menghadapi *menarche* akan terasa cemas, yang berpengaruh pada reaksi emosional pada berbagai kekhawatiran pada perubahan yang terjadi pada dirinya. Penelitian ini sesuai dengan hasil penelitian Yulina (2009) dengan hasil penelitian yaitu 75 Persen remaja putri yang mengalami kecemasan berat rata-rata pada umur 12 tahun dan 25 persen adalah rata-rata umur 13 dan 14.

Tabel 2. Distribusi Frekuensi Responden Terhadap Informasi Tentang Menarche di SMP Muhammadiyah Pekanbaru Mei 2010

No	Mendapatkan Informasi	Frek (f)	Persentase (%)
1	Pernah	15	34,88
2	Tidak pernah	28	65,11
	Jumlah	43	100

Menurut (Caroline,2001) Hubungan kurangnya informasi tentang menarche dengan kecemasan remaja putri dapat berdampak terhadap reaksi individual, dimana remaja putri yang tidak pernah mendapatkan informasi tentang menarche pada saat menghadapi menarche akan mengalami kecemasan seperti depresi, rasa takut, gangguan konsentrasi, mudah tersinggung, gelisah, susah tidur, sakit kepala. Sedangkan remaja putri yang pernah mendapat informasi tentang menarche pada saat menghadapi menarche akan lebih tenang dan tidak gelisah dan telah mampu menentukan sikapnya, bahwa dirinya telah tumbuh dewasa.

Tabel 3. Distribusi Frekuensi Gambaran Tingkat Kecemasan Remaja Putri dalam Menghadapi Menarche di SMP Muhammadiyah Pekanbaru Mei 2010

No	Tingkat Kecemasan	Frekuensi	Persentase (%)
----	-------------------	-----------	----------------

1	Tidak Cemas	8	18,60
2	Ringan	9	20,94
3	Sedang	11	25,58
4	Berat	15	34,88
5	Berat Sekali	0	0
Jumlah		43	100

Tingkat kecemasan remaja putri berat dikarenakan oleh beberapa faktor yaitu umur, kurangnya informasi yang benar tentang *menarche* dari tenaga kesehatan dan kurangnya kepedulian dari keluarga atau orang tua terhadap perubahan yang terjadi pada putrinya sehingga menimbulkan kondisi emosional yang tidak menyenangkan pada remaja putri, yang ditandai oleh perasaan – perasaan seperti ketegangan, ketakutan, dan rasa khawatir dalam menghadapi *menarche*. Dari uraian diatas maka pentingnya informasi yang benar tentang *menarche* pada remaja putri sehingga remaja putri dapat bersikap baik dan benar dan tahu apa yang akan dia lakukan pada saat mengalami *menarche*.

DAFTAR PUSTAKA

Ahmad, A.K.(2003). Kamus Lengkap Kedokteran, Edisi Revisi. Surabaya : Gitamedia Pers

August, dkk. (2000). Pemberdayaan Wanita dalam Bidang Kesehatan. Jakarta : EGC

Caroline.(2001). Sindrom Premenstruasi Anak. Jakarta : Penerbit Umum

Erna. (2005). Panduan Kesehatan Reproduksi Wanita. Jakarta : SKP

Fitri.R.(2009). Kesehatan Wanita.Jakarta : Restu Agung.

Froggatt. (2003). Panduan Mengatasi Kecemasan . Jakarta : EGC

Harry.(2006). Kecemasan Remaja Putri. Diperoleh tanggal 14 Oktober 2009 dari <http://www.medicastor.com>

Hanito. (2004). Dasar Keperawatan Maternitas. Jakarta: GGS

Haggai. (2004). Bagaimana cara Mengatasi Kecemasan. Batam Centre: Gospel Press

Hawari, D.(2001). Manejemen Stress, Cemas dan Depresi. Jakarta : Fakultas Kedokteran, Universitas Indonesia

-----, D.(2004). Ilmu Kedokteran Jiwa dan Kesehatan Jiwa. Jakarta : Dana bhakti primayasa

Helen. (2007). Faktor – faktor Pemicu Kecemasan Siswa. Diperoleh tanggal 17 Oktober 2009 dari <http://www.tupays.com>

Hendra, T. (2003). Kamus Kedokteran. cef : 25. Jakarta : Jembatan

Hendra. (2000). Perasaan Cemas dan Depresi. Yogyakarta : Dive Press Group

Hendrik. (2006). Problema Haid. Solo : Tiga Serangkai

Hewelly. (2006). Panduan Terlengkap tentang Kesehatan setiap Wanita. Jakarta : Delapiatasa

Maulana, M. (2008). Cara menjaga kebugaran tubuh. Jakarta : Katahati

Notoatmodjo, S.(2003). Ilmu Kesehatan Masyarakat. Jakarta : Ardi maha satya

-----, S.(2005). Metode Penelitian Kesehatan. Jakarta : Rineka Cipta

Ridha, A. (2006). Manejemen Pubertas. Bandung : Syamsil Cipta

Roesli,V. (2001). Petunjuk untuk tenaga kesehatan. Jakarta : Gramedia

Santrolk, J.H. (2003). Perkembangan Remaja. Edisi VI. Jakarta : Erlangga

Stuart,G.W. (2006). Buku Saku Keperawatan Jiwa. Jakarta : EGC

Sarwono. (2005). Haid pertama pada remaja putri . Diperoleh tanggal 19 Oktober 2009 dari <http://www.mediskator.com>

Winiasti. dkk. (2002). Pengalaman Materi Membantu Remaja Mengatasi Dirinya. Jakarta : BKKBN

Winksosastro.(2007). Ilmu Kandungan. Jakarta : YGPSP

Woston. (2000). Penagaruh Media Massa Terhadap Tingkah Laku. Di peroleh pada tanggal 12 Juli 2009 Dari <http://www.publitbang.co.id>

Yuslina. (2009). Penelitian Kecemasan Remaja Putri menghadapi menarche. Di peroleh pada tanggal 20 Juli 2010 Dari <http://www.medicastor.co.id>

KONJUGASI ANHIDRAT KIORAMFENIKOL-PROTEIN (CAP-BSA DAN CAP-KLH) UNTUK PRODUKSI IgG DARI SERUM KELINCI

Musyirna Rahmah Nst¹⁾ Tri Budhi Murdiati ²⁾

1) Sekolah Tinggi Ilmu Farmasi Riau (STIFAR) 2)BALITVET BOGOR.

Abstrak

Dalam pengembangan metoda analisis residu antibiotik pada produk pangan hewani secara imunokimia telah dilakukan sintesis imunogen kloramfenikol (CAP) dengan protein *Bovine Serum Albumin* (BSA) dan *Keyhole Limpet Hemocyanin* (KLH) dengan metoda konjugasi *mixed anhidrad*. Hasil sintesis digunakan untuk produksi antibodi. Antigen dan antibodi yang dihasilkan dijadikan prangkat analisis residu antibiotik dengan *Competitive Enzyme Linked Immunosorbent Assay* (ELISA kompetitif). Hasil penelitian menunjukkan bahwa metoda konjugasi *mixed anhidrad* pada preparasi imunogen dengan jumlah CAP yang terkonjugasi ke grup amino bebas dari molekul protein BSA (CAP-BSA) adalah 18 unit dan ke protein KLH (CAP-KLH) adalah 782 unit. Antibodi poliklonal CAP-BSA dan CAP-KLH yang diproduksi dengan rata-rata kandungan IgG CAP-BSA 2,07 mg/ml dan IgG CAP-KLH 2,21 mg/ml.

Kata kunci : CAP, imunogen, antibodi, metoda konjugasi *mixed anhidrad*

1. PENDAHULUAN

Residu antibiotika dalam produk peternakan telah ditemukan dan dilaporkan baik di Indonesia maupun di negara lain (Bahri *et al*, 1990., FAO, 1990., Komar *et al*, 1990., Salysbury *et al*, 1990). Kloramfenikol dilarang pemakaiannya pada ternak di banyak negara karena efek toksik yang ditimbulkannya yaitu aplastik anemia ketika kandungan kloramfenikol meningkat melebihi 25 µg/ml. Pemakaian antibiotika dalam bidang peternakan tidak dapat dihindarkan, karena antibiotika dalam bidang peternakan tidak hanya digunakan untuk pengobatan tetapi juga untuk pemacu pertumbuhan. Dalam usaha mencapai produksi semaksimal mungkin, antibiotika telah digunakan secara tidak tepat baik dalam memilih jenis antibiotika maupun dosis serta lama pemakaiannya (Sudarwanto, 1990., Murdiati dan Bahri, 1991). Tindakan tersebut telah memperluas peluang terdapatnya residu antibiotika dalam produk peternakan.

Walupun efek residu antibiotika tidak akan terlihat langsung akan tetapi konsumsi yang dilakukan secara terus menerus dalam dosis kecil akan membahayakan kesehatan manusia, seperti reaksi alergi, resistensi dan keracunan (Schlatter, 1990).

Analisis residu antibiotik dapat dilakukan secara kimia, mikrobiologi dan imunokimia. Analisis residu antibiotika dengan metoda imunokimia makin banyak mendapatkan perhatian. Umumnya ELISA (*Enzyme Link Immunosorbent Assay*) yang dikembangkan adalah ELISA kompetitif sedangkan teknik ELISA sandwich umumnya tidak digunakan untuk molekul kecil karena faktor halangan sterik (Haagsma and Water, 1992). Dixon dan Deborah pada 1992 telah melakukan pengembangan metoda ELISA untuk analisa antibiotik sulfonamida, β -laktam dan aminoglikosida. Kelebihan metoda ELISA adalah spesifik, sensitif, hemat, cepat dan mudah.

Hal yang perlu diperhatikan dalam pengembangan metoda ELISA untuk deteksi residu antibiotika ataupun cemaran kimia lainnya adalah bahwa umumnya residu antibiotik merupakan senyawa dengan berat molekul kecil yang biasa disebut hapten. Hapten bersifat tidak imunogen artinya tidak dapat menstimulasi terbentuknya antibodi (Szurdoki *et al.*, 1995). Oleh karena itu, antibiotika harus dibuat menjadi immunogenik secara konjugasi dengan enyawa yang mempunyai berat molekul yang besar umumnya protein.

Oleh karena itu dalam penelitian ini dilakukan sintesa immunogen yaitu kloramfenikol-protein konjugat yaitu BSA dan KLH dengan metoda *konjugasi mixed anhidrat* dan produksi antibodi poliklonal untuk deteksi kloramfenikol.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Sintesis Imunogen CAP-BSA dan CAP KLH dengan Metoda Mixed anhidrat

Immunogen (CAP-protein konjugat) disintesa dari kloramfenikol dan protein membentuk CAP-BSA dan CAP-KLH dengan metoda *mixed anhidrat*. Kloramfenikol suksinat (CAP suksinat) dilarutkan sebanyak 15 gr kedalam 1ml tetra hidro furan (THF) dan diaduk. Lalu ditambahkan 10 μ l tributilamin, 6 μ l Isobutylkloroformat secara perlahan-lahan pada suhu 4°C sambil terus diaduk secara cepat selama 20 menit (Larutan A). Larutan protein pdisiapkan dengan cara melarutkan 50 mg protein bovine serum albumin (BSA) atau keyhole limpet hemocyanin (KLH) dalam 8,5 ml THF. Larutan protein ditambahkan secara tetes demi letes ke dalam larutan A sambil terus diaduk secara perlahan-lahan hingga larut selama 1 jam. Campuran ini dibiarkan selama 24 jam lalu dimurnikan dengan cara dialisa pada suhu

4°C selama 2-3 hari dengan menggunakan larutan PBS.

Uji Kromatografi Cair Kinerja Tinggi (KCKT)

Larutan imunogen dianalisa kandungan CAP yang tersisa dengan menggunakan metoda KCKT. Larutan standar dan larutan imunogen CAP dibuat dengan konsentrasi 10 ppm dalam metanol 40%. KCKT disiapkan dengan mengatur kecepatan alir fase gerak (metanol 40 %) dan dikondisikan selama 15-30 menit. Sebanyak 20 μ l CAP standar disuntikan kedalam injektor dengan menggunakan penyuntik hamilton 25 μ l, kemudian ditunggu hingga puncak CAP yang terdeteksi muncul seluruhnya pada detektor. Ulangi penyuntikan 2-3 kali untuk mendapatkan waktu retensi yang stabil. Lalu 20 μ l larutan imunogen disuntikan ke dalam injektor. CAP yang terdeteksi diamati dengan membandingkan waktu retensi puncak yang terdapat dalam larutan imunogen dengan standar.

Penentuan Grup Amino Bebas dari CAP - Protein dengan Metode Habeeb

Sebanyak 1ml larutan konjugat CAP-Protein (CAP-BSA, CAP-KLH) dengan konsentrasi 0,6 mg/ml dalam bufer sodium asetat 10mM, pH 4,5 ditambahkan ke dalam 1ml sodium hidrogen karbonat 4% (W/V) pH 9, 1ml PSA 0,1% diaduk hingga homogen lalu diinkubasi selama 2 jam pada suhu 37°C. Setelah itu ditambahkan 1ml SDS (hati-hati jangan sampai terbentuk endapan) dan 0,5ml HCl 1M dan diaduk hingga rata. Absorbansi dibaca pada panjang gelombang 340 nm. Larutan blanko dan standar disiapkan dengan tahapan yang sama seperti diatas. Blanko hanya mengandung sodium asetat 10mM sedangkan standar protein adalah BSA dan KLH (0,6 mg/ml dalam bufer sodium asetat 10mM).

Produksi Antibodi

Hewan percobaan yang digunakan untuk produksi antibodi adalah dua ekor kelinci *New Zealand White* yang diperoleh dari balai penelitian peternakan. Antibodi diproduksi dengan cara mengimunitasi kelinci dengan imunogen. Kelinci disuntik dengan larutan konjugat CAP-KLH (0,67 mg/ml) atau CAP-BSA (1mg/ml) sebanyak 0,25-1ml secara subkutan. Pengambilan contoh darah untuk pengujian titer antibodi dilakukan 10 hari setelah boster pada intravena telinga sebanyak ± 50 ml. Darah disentrifus pada 3000 rpm selama 15 menit. Serum dikeluarkan dengan pipet pastur lalu disimpan pada suhu -20°C . Purifikasi antibodi dilakukan dengan metoda kromatografi kolom protein A sepharose dan konsentrasi antibodi (IgG) ditentukan dengan metoda spektrofotometri pada panjang gelombang 280 nm.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

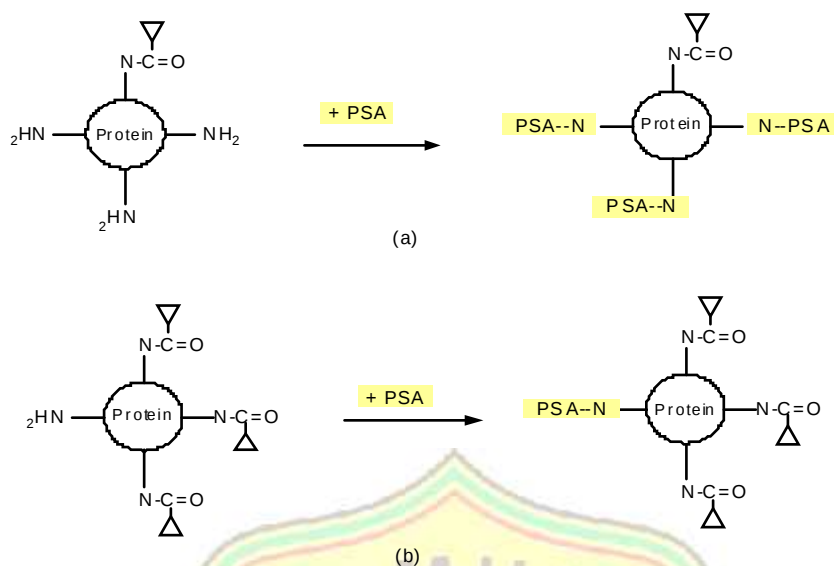
Keberhasilan sintesa imunogen dalam penelitian ini dapat diketahui dari jumlah grup amino bebas pada molekul kloramfenikol-protein. Hasil penentuan grup amino bebas dari konjugat CAP-BSA dan CAP-KLH dengan Metoda Habeeb diperoleh untuk CAP-BSA sebanyak 41 unit grup amino bebas dan untuk CAP-KLH sebanyak 1218 unit. Data ini menunjukkan bahwa sebanyak 18 unit molekul CAP yang terkonjugasi pada 1 molekul BSA yang mempunyai grup amino bebas sebanyak 59 unit. Sedangkan jumlah CAP yang terkonjugasi pada 1 molekul KLH yang mempunyai 2000 grup amino bebas adalah sebanyak 782 unit. Pada Tabel 1 disajikan hasil analisa Metoda Habeeb dan pada Lampiran 2 dapat dilihat contoh perhitungan analisa data Metoda Habeeb.

Tabel 1. Hasil analisa Metoda Habeeb terhadap konjugasi CAP-BSA dan CAP-KLH

No	Immunogen	BM	Jumlah Group Amino Bebas	Jumlah hapten yang terkonjugasi ke protein
1	BSA	68.000	59	
2	CAP-BSA		41	18
3	KLH	4,5 10^5	2000	
4	CAP-KLH		1218	782

Sejumlah besar molekul hapten yang terkonjugasi pada molekul protein belum tentu akan bertindak sebagai imunogen yang baik dalam produksi antibodi. Antibodi dapat juga diproduksi dengan menggunakan imunogen yang hanya mengandung dua molekul hapten per mol protein. Menurut Chu (1990), jumlah hapten yang terikat pada protein yang diharapkan akan menghasilkan respon imun yang baik umumnya antara 10-20 mol per mol protein.

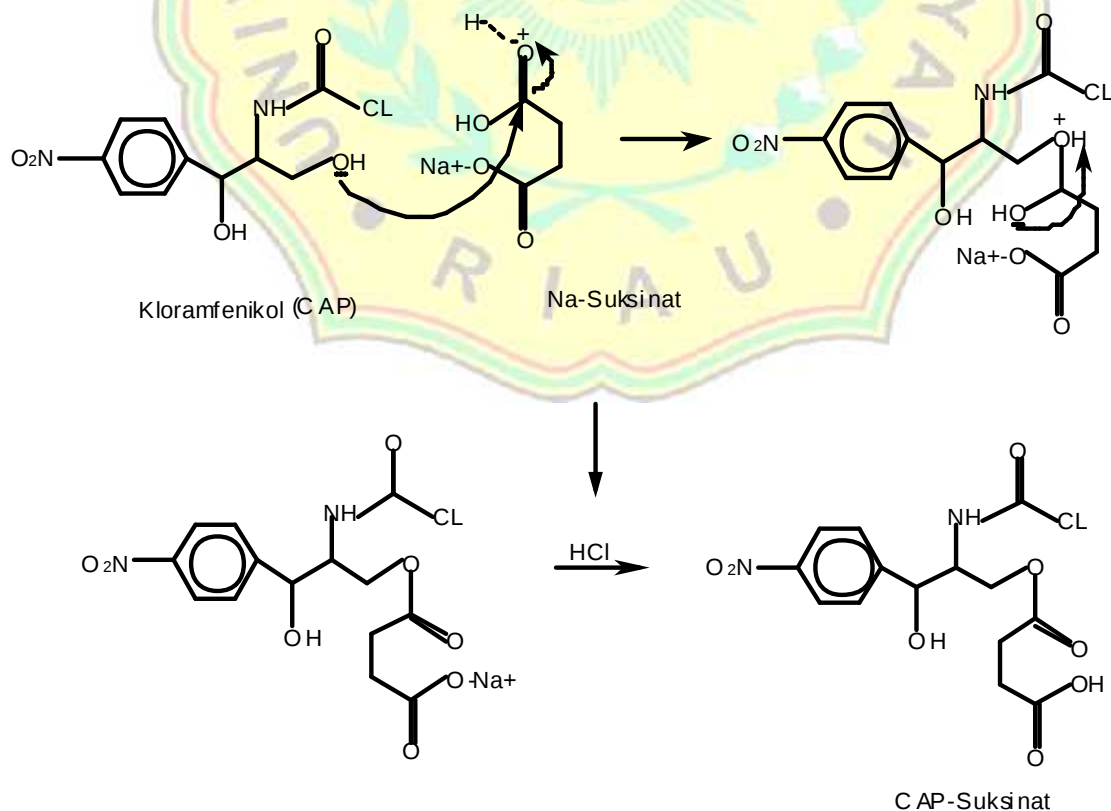
Prinsip reaksi Metoda Habeeb merupakan reaksi Kalorimetri yaitu reaksi antara molekul PSA dengan group amino bebas dari protein sehingga akan memberikan warna kuning dan diukur pada panjang gelombang 340 nm. Semakin sedikit CAP yang terkonjugasi ke molekul protein (BSA dan KLH) maka group amino bebas dari protein yang bereaksi dengan PSA akan semakin banyak sehingga absorbansi semakin besar (lihat gambar 1a). Begitu juga sebaliknya pada gambar 2b menunjukkan semakin banyak CAP terkonjugasi ke molekul protein maka group amino bebas dari protein yang bereaksi dengan PSA akan semakin sedikit sehingga absorbansi yang dihasilkan pun semakin kecil.



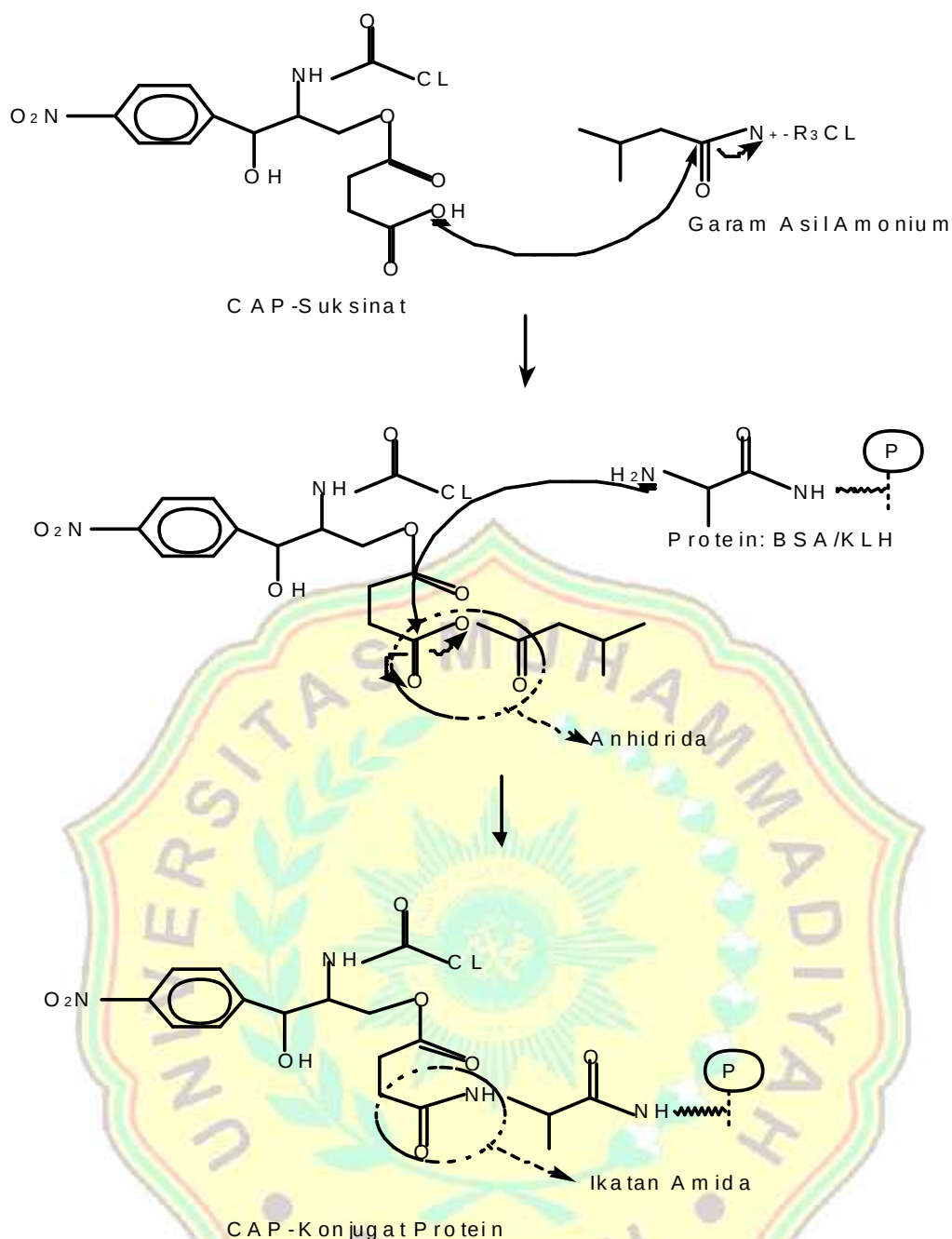
Gambar 1. Prinsip Reaksi Metoda Habeeb

Faktor yang penting dalam menentukan efektivitas reaksi konjugasi pada sintesa imunogen adalah posisi ikatan dan gugus aktif yang dimiliki molekul hapten yang terkonjugasi ke molekul protein. Molekul anhidrida dibentuk dari asam karboksilat

(kloramfenikol natrium suksinat) dengan molekul klorida asam seperti isobutil kloroformat. Pada gambar 2 dan 3 dapat diketahui mekanisme sintesa CAP-suksinat dan mekanisme reaksi konjugasi kloramfenikol terhadap protein.



Gambar 2. Mekanisme Sintesa CAP-suksinat



Gambar 3. Mekanisme Reaksi Sintesa Kloramfenikol Protein Konjugat

Pereaksi tributil amin merupakan suatu amina tersier. Pereaksi ini tidak dapat membentuk amida dengan klorida asam akan tetapi membentuk molekul antara reaktif yaitu “garam asil amonium” yang bersifat tidak stabil. Molekul ini tidak mengganggu pembentukan amida antara klorida asam dengan NH₂, RNH₂, R₂NH atau molekul protein. Konjugasi hapten-protein pada metoda mixed anhidrad, ikatan peptida terjadi

pada gugus amin terminal residu lysine atau pada gugus karboksil (asam glutamat dan asam aspartat pada sisi protein) juga pada terminal residu sistein yaitu grup sulfhidril (-SH) bebas (Tijssen,1990)

Hasil analisa metoda KCKT dari 10 ppm larutan imunogen (CAP-BSA dan CAP-KLH) diketahui bahwa kedua larutan imunogen tidak mengandung CAP bebas karena puncak CAP tidak terlihat pada menit

ke 9,2. Tinggi puncak CAP standar pada konsentrasi 10 ppm adalah 22 mm dengan waktu retensi 9,2 menit. Pada Lampiran 3 disajikan kromatogram KCKT larutan CAP-BSA dan CAP-KLH. Analisa ini dilakukan untuk memastikan bahwa molekul CAP telah terpisah dari larutan imunogen setelah dilakukan pemurnian dengan cara Dialisa. Imunogen ini akan digunakan untuk penyuntikan kelinci dan analisa ELISA kompetitif.

Hasil uji kesesuaian sistem berdasarkan penyuntikan CAP standar sebanyak 20 µl pada konsentrasi 10 ppm yang dilakukan Senta (2003) diperoleh waktu retensi CAP selama 11,6 menit. KCKT merupakan salah satu metoda yang digunakan untuk memisahkan campuran senyawa-senyawa kimia menjadi komponen-komponennya. Pada KCKT, fase gerak mengalir ke kolom dengan cara dipompa. Larutan contoh disuntikan melalui katup penyuntik akan terbawa oleh fase gerak dan masuk ke dalam kolom, dan dengan fase gerak akan berjalan melewati detektor. Detektor akan mendeteksi secara terpisah senyawa-senyawa yang ada dalam contoh dan disajikan oleh rekorder berupa kurva dan puncaknya. Pemilihan pelarut pada KCKT dapat dilakukan berdasarkan sifat kepolaran dari contoh dan fase gerak yang dipakai (CCM, 2002).

Imunogen hasil sintesis disuntikan ke kelinci *New Zealand White* secara subkutan. Pengambilan darah untuk pengujian titer dan penentuan kandungan IgG dilakukan 10 hari setelah booster pada intravena telinga sebanyak 50 ml. Darah yang diperoleh kemudian di sentrifus pada 3000 rpm selama 15 menit sehingga diperoleh serum. Serum kemudian di dialisis dengan buffer fosfat dan dipurifikasi dengan kromatografi kolom protein A sepharose. Kondisi buffer sangat mempengaruhi kesuksesan purifikasi antibodi

karena kondisi buffer dapat memperbaiki afinitas pengikatan kolom dan mempertahankan aktivitas pengikatan antibodi. Antibodi spesifik diperoleh dari hasil elusi kolom protein A sepharose dengan buffer sitrat dengan pH 4. pH fraksi antibodi yang diperoleh harus dijadikan netral untuk memaksimalkan integritas antibodi (Burgess, 1995). Antibodi yang telah dipurifikasi kemudian ditentukan konsentrasi antibodi secara spektrofotometri pada panjang gelombang 280 nm.

Pada tabel 2 disajikan data konsentrasi IgG dari hasil purifikasi serum darah kelinci yang diukur dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 280 nm. Kandungan IgG dalam serum ditentukan untuk menghitung konsentrasi pelapisan antibodi pada lempeng mikro dan perhitungan konsentrasi penambahan antibodi pada saat pengujian ELISA. Metoda purifikasi bertujuan untuk memisahkan senyawa-senyawa lipid dan protein-protein lainnya sehingga preparasi IgG akan lebih murni 85%.

Tabel 2. Data konsentrasi IgG dari hasil purifikasi serum darah kelinci

Pengambilan Darah	Kandungan IgG mg/ml	
	CAP – BSA	CAP – KLH
2	2,75	2,63
3	2,65	2,82
4	1,28	2,77
5	1,56	2,82
6	2,11	5,36
Rata-rata	2,07	2,21

Faktor yang menentukan dalam produksi antibodi diantaranya adalah sifat imunogen, adjuvan, pemilihan hewan, rute injeksi, dan dosis. Efektivitas imunogen dapat ditingkatkan dengan adjuvan. Adjuvan dapat memodifikasi imunogen dengan menyebabkan perubahan struktural atau elektrostatis sehingga meningkatkan imunogenisitas. Adjuvan juga bekerja pada

tingkat sel dari sistim imun inang dengan membentuk depot imunogen sehingga memperlambat pelepasannya dari lokasi inokulasi, menarik sel-sel mononuklear ke lokasi inokulasi, meningkatkan sirkulasi limfosit dan merangsang fagositosis oleh makrofag.

Dalam penelitian ini digunakan adjuvan freund yaitu terdiri atas campuran minyak mineral dan pengemulsi, baik dengan mikobakteria (adjuvan lengkap freund: FCA, Freund's Complete Adjuvan) ataupun tanpa mikobakteria (adjuvan tak lengkap freund : FIA, Freund's Incomplete adjuvant). FCA masih dianggap sebagai salah satu dari adjuvan paling kuat (Dalsgaard, 1987). FCA merangsang respon antibodi yang kuat untuk waktu yang lama dengan jalan memperlambat pelepasan emulsi. Beberapa peneliti menganjurkan bahwa jika dosis pertama diberikan dalam FCA, maka boster harus diberikan dalam FIA untuk menghindari reaksi hipersensitivitas yang hebat (Goding, 1986).

Menurut Lelliot dan Stead (1987), antibodi dapat diproduksi dengan baik pada kelinci. Hal ini didukung oleh pendapat Ball et all (1990) bahwa kelinci paling sering digunakan, karena hewan ini mudah diperlihara, mudah penanganannya dan juga tidak mahal. Selain itu Klement (1990) mengemukakan bahwa kelinci dapat menghasilkan antibodi dengan presipitasi yang sangat baik, sangat stabil dalam penyimpananya, fraksi immunoglobulin mudah dimurnikan, aviditas dan afinitas tinggi untuk menguji antigen spesifiknya.

Teknik injeksi imunogen ke dalam tubuh kelinci yang digunakan adalah secara subkutan. Teknik ini bertujuan untuk memperlambat pelepasan immunogen ke dalam aliran darah (Lelliot dan Stead 1987). Jalur secara subkutan adalah jalur yang paling sering digunakan oleh karena teknik ini lebih

mudah, dapat dilakukan dengan volume yang lebih banyak per satu tempat injeksi. Kecepatan absorpsi tergantung pada aliran darah pada area injeksi, aktivitas otot dan kontak area (Bratawidjaja, 2002).

Antibodi yang diproduksi pada penelitian ini adalah antibodi poliklonal karena serum yang dikumpulkan dari hewan yang diimunisasi mengandung antibodi terhadap antigen yang dipakai untuk imunisasi tetapi juga antibodi terhadap antigen lingkungan lainnya yang mungkin telah masuk ke tubuh hewan. Antibodi ini mempunyai isotype yang berbeda-beda dan afinitas berbeda-beda. Sifat antibodi poliklonal ini kurang spesifik akan tetapi dapat mempertahankan sensitivitasnya serta relatif stabil.

4. KESIMPULAN

Metoda konjugasi andhidrad dapat digunakan pada preparasi immunogen, dan jumlah kloramfenikol yang terkonjugasi ke asam amino bebas dari molekul protein untuk antigen CAP-BSA adalah 18,38 dan untuk CAP-KLH adalah 781,82. Antibodi poliklonal CAP-BSA dan CAP-KLH yang diproduksi dengan rata-rata kandungan IgG CAP-BSA 2,07 mg/ml dan IgG CAP-KLH 2,21 mg/ml.

5. SARAN

Antigen dan Antibodi hasil sintesa dapat digunakan sebagai prangkat analisa pengembangan metoda ELISA kompetitif pada pemeriksaan residu kloramfenikol.

DAFTAR PUSTAKA

Bahri, S. Murdiati, T.B., Maryam, R dan Yuningsih. 1990. Senyawa Golongan Tetrasiklin pada Susu Sapi Rakyat di Beberapa Desa di Kabupaten

- Pasuruan, Jawa Timur. Laporan Intern Balitvet.
- Beyzari, K., Hampton, S., Kwasowski, P., Fickling, S. 1987. Comparison of horseradish peroxidase and alkaline phosphatase-labelled antibodies in enzyme-immunoassay. J. Immunoassay. 187-4.
- Chu, F.S. 1990. Immunoassay; Principles and General considerations. Department of Food Microbiology and Toxicology University of Wisconsin, Madison, USA.
- Crowther, J.R. 1995. Methods in Molecular Biology. ELISA Theory and Practice. Humana Press. 42:34-99.
- Dalsgaard, K. 1987. Adjuvants. Immunopath. 17:145-152.
- Dixon-Holland D.E and Deborah. 1992. ELISA and its Application for Residue Analysis of Antibiotics and Drugs in Products of Animal origin.
- FAO. 1990. Residue of Some Veterinary Drugs in Animals and Foods. FAO, Food and Nutrition paper no 41/2. Monograph prepared by the 34th meeting on the joint FAO/WHO expert committee on food additives. Geneva.
- Haagsma, N., Water der Water, C. 1992. Immunochemical Methods in the Analysis of Veterinary Drugs Residues. Plenum Press. 81-93.
- Klement, Z.K., and Rudolph, D.C. 1990. Methods in Phytobacteriology. Academic Kiado. 518.
- Komar, M., Marinsch, J., Marinsch, J., Somogk-Gaemol, K., Ivanic, S. and Milohnoja, M. 1990. Survey Of Sulphonamide Residues in Urine Samples, Animal Tissues and Food of Animal Origin in Solvenia In 1986, 1987 and 1988. In Residues of Veterinary Drugs in Food. Proceedings of Euro Residue Conference, Noordwijkerhout. The Netherlands. 246-7.
- Lelliot, R. A and Stead, D.E. 1987. Methods for Diagnosis of Bacterial Diseases of Plants. Plant Pathology . Melbourne. 216
- Murdiati, T.B and Bahri, S. 1991. Pola Penggunaan Antibiotika dalam Peternakan Ayam di Jawa Barat, Kemungkinan Hubungan dengan Masalah Residu. Proceedings Kongres ilmiah ke-8 ISFI, Jakarta. 445-8.
- Seameo Biotrop, 2002. ELISA Workshop: Analysis of Aflatoxin B1 in Peanuts. Organised by University of Sydney. Bogor.
- Salybury, C.D.C., Chan, W., Peterson, J.R., Macneil, J.D and Krenendonk, C.A. 1990. Case Report: An Investigation of Chlortetracycline and Oxytetracycline Residues in Suspect Swine Slaughtered in Manitoba, Canada. 1988. Food Additive and Contaminants. 7:363-373.
- Schlatter, C. 1990. Toxicological Assesment of Xenobiotics in Foods of Animal Origin. In Residues of Veterinary Drugs in Food. Proceedings of the Euro Residue Conferece Noordwijkerhout, The Netherlands. 65-75.
- Sudarwanto, M. 1990. Residu Antibiotika di dalam Air Susu Ditinjau dari Kesehatan Masyarakat Veteriner dalam Kumpulan Makalah Seminar Nasional. Penggunaan Antibiotika

dalam Bidang Kedokteran Hewan.
Jakarta.

Szurdoki, F., Bekheit, K.M., Marco, M.P.,
Goodrow, M.H and Hammock, D.

1995. Important Factor in Hapten
Design and Enzyme Linked
Immunosorbent Assay Development.
In New Frontier in Agr chem
Immunoassays. 39-64.



AKTIVITAS ANTIOKSIDAN SENYAWA FLAVONOID DARI KULIT BATANG LEGUNG (*Vitex pinnate* Tour ex Linn) DENGAN METODA TIOSIANAT

Musyirna Rahmah Nasution¹⁾, Dasni Syafril²⁾, Yuharmen³⁾

¹⁾Sekolah Tinggi Ilmu Farmasi Riau, ^{2,3)} Universitas Riau

ABSTRAK

*Antioxidant are the compounds capable to inhibit free radical reactions in the human body. This research was aimed to identify the antioxidant potency of flavonoid compound of extract metanol of legung bark (*Vitex pinnate* Tour ex Linn) by using linoleic-tyocyanate methods. The result suggested, that isolated flavonoid of methanol extract was produced five fraction and most of fraction conducted antioxidant activity more less than α -tokoferol. But, Two Fraction which is recrystalization was the higer than α -tokoferol and vitamin C*

Key word: *flavonoid, antioxidant, linoleic-tyocyanate methods*

PENDAHULUAN

Di Indonesia tumbuhan famili Verbenaceae tumbuh di daerah pantai atau berpasir pada ketinggian 1-800 diatas permukaan laut. Tumbuhan ini termasuk tumbuhan liar dan menyukai tempat-tempat terbuka seperti pinggir jalan, tanah kosong bekas garapan dan juga dikatakan tumbuhan semak (Sugiarto, 1996). Berdasarkan kandungannya tumbuhan Verbenaceae banyak mengandung flavonoid dan diterpenoid. Tahun 1995, Alphasit menemukan senyawa diterpenoid dengan kerangka dasar Labdane seperti limonidilakton dari spesies *Vitex limonifolia* dan Subramaniam dan Misra berhasil mengisolasi senyawa 6-C-Glikosil-5,7-dihidroksil-8,3',4',5' tetrahidroflavonoid dari spesies *Vitex negundo*. Sebahagian besar tanaman dari famili ini penhasil obat-obatan antara lain *Vitex trifolia* Linn sebagai obat setelah melahirkan, flu, radang selaput hidung, sakit kepala, demam dan insektisida), *Vitex rotundifolia* L (Obat sakit kepala, flu dan sakit mata) dan *Vitex pubecens*, Vahl sebagai obat sakit perut,

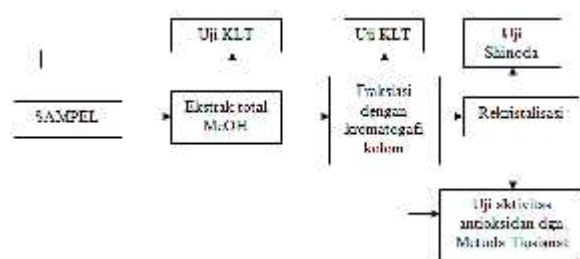
demam, sawan, dan menambah nafsu makan (Perry, 1980).

Vitex pinnate Tour ex Linn merupakan salah satu spesies dari famili Verbenaceae. Tumbuhan ini banyak ditemukan di hutan daerah Riau dan masyarakat menyebutnya Laban atau Legung. Tanaman ini sering dipergunakan sebagai bahan obat-obatan seperti obat luka membengkak, pelancar haid, demam, penyakit kuning, busung lapar dan sakit gigi (Heyne, 1987). Setelah dilakukan pemeriksaan pendahuluan ternyata tanaman ini mengandung senyawa golongan terpenoid dan flavonoid. Beberapa senyawa flavonoid dapat bersifat antioksidan dengan tingkat aktivitas yang beragam (Torel et al 1986). Senyawa flavonoid banyak terkandung pada bagian tumbuhan seperti kulit batang, bunga dan daun.

Akhir-akhir ini penelitian antioksidan alami khususnya asal tumbuhan semakin diminati karena dinilai mempunyai tingkat keamanan yang lebih baik dibandingkan dengan antioksidan sintetik dan manfaat antioksidan yang luas dalam

bidang makanan, kesehatan dan kosmetik. Penggunaan antioksidan sintetik seperti t-butil-4-hidroksianisol (BHA) dan t-butil-4-hidroksi toluene (BHT) sebagai aditif makanan telah dibatasi disekeliling negara, karena senyawa ini dapat menimbulkan gangguan pada enzim-enzim hati dan paru-paru (Inatani, Nakatani dan Fuwa, 1983) Oleh karena itu penelitian pengembangan antioksidan alami perlu ditngkatkan mengingat Indonesia kaya dengan sumber daya alam hayati.

METODOLOGI PENELITIAN



HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Isolasi senyawa flavonoid

Hasil perkolasi serbuk kulit batang legung (*Vitex pinnate* Tour ex Linn) dengan metanol diperoleh ekstrak total yang berwarna coklat kehitaman sebesar 11,12%, kemudian setelah diekstraksi beberapa kali dengan heksan menghasilkan ekstrak hijau kehitaman sebanyak 5,8879 g (Tabel 1). Hal ini menunjukkan bahwa ekstrak metanol telah dibebaskan dari senyawa yang kepolarannya rendah seperti lemak, terpen, xantofil sebesar 0,47%.

Tabel 1. Hasil perkolasi dengan metanol

1.25 kg serbuk kulit batang legung	Berat ekstrak (g)	% Berat	Keterangan
Ekstrak metanol	139,044	11,12	Berwarna coklat kehitaman
Ekstrak heksan	5,8879	0,47	Berwarna hijau kehitaman

Untuk memastikan golongan senyawa yang terkandung di dalam

Tabel 2. Hasil uji shinoda ekstrak metanol

Ekstrak metanol	Uji shinoda	Keterangan
4 mg	EtOH + pita Mg + HCLp	Larutan warna merah lembayung

Ekstrak

Tabel 3. Hasil uji KLT terhadap ekstrak metanol

No	Eluen	Keterangan
1	Etil asetat (100%)	Noda tidak terpisah
2	Etil asetat : Metanol (9:1)	Noda terpisah kurang baik, terdapat dua noda
3	Etil asetat : Metanol (8:2)	Noda terpisah baik, terdapat empat noda

Tabel 4. Hasil pemisahan kromatografi kolom

No Fraksi	No Tabung	Keterangan
1	1 – 16	Fraksi berupa padatan kuning, memberikan satu noda dengan $R_f = 0,68$
2	17 – 28	Fraksi berupa padatan kuning, memberikan satu noda dengan $R_f = 0,58$
3	29 – 40	Fraksi berupa cairan kuning tua, memberikan dua noda yang memanjang dan berimpit
4	41 – 52	Fraksi berupa cairan coklat muda, memberikan noda yang memanjang dan berekor
5	53 – 70	Fraksi berupa cairan coklat tua, memberikan noda yang memanjang dan berekor

Pada pemisahan dengan kromatografi kolom (Tabel 4) didapat 70 buah fial. Eluen yang digunakan dimulai dari etil asetat sampai metanol yang tingkat kepolarannya dinaikkan secara bergadien. Hasil fraksinasi tersebut setelah dilakukan uji kromatografi lapis tipis memberikan harga R_f yang bervariasi. Tiap-tiap fial yang menunjukan harga R_f yang sama digabungkan sehingga

diperoleh lima fraksi. Dari data uji KLT hasil fraksinasi dapat diketahui bahwa ada beberapa fraksi yang pemisahannya kurang baik sehingga harga Rf sulit untuk ditentukan. Fraksi 1 dan fraksi 2 menghasilkan satu noda dengan Rf masing-masing 0,68 dan 0,58.

Tabel 5. Hasil uji KLT kristal murni fraksi 2

No	Perbandingan eluen	Nilai Rf
1	Etil asetat (100%)	Noda tidak naik
2	Etil asetat : Metanol (9 : 1)	0,32
3	Etil asetat : Metanol (8 : 2)	0,58

Tabel 6. Hasil rekristalisasi fraksi 2 dan uji shinoda

Berat kristal murni (g)	Uji shinoda
0,1065	Larutan merah lembayung

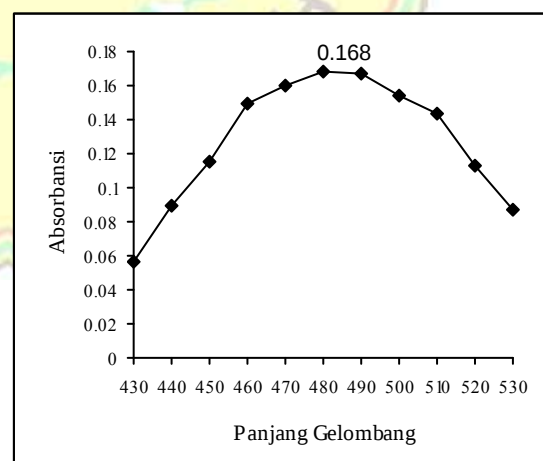
Untuk mendapatkan hasil yang sangat murni kristal yang diperoleh harus dilakukan rekristalisasi. Akan tetapi untuk fraksi satu jumlah kristalnya sangat sedikit dan setelah dilakukan uji aktivitas antioksidan, fraksi satu menunjukkan aktivitas yang terkecil dibanding kelima fraksi sehingga hanya fraksi dua yang direkristalisasi mengingat aktivitasnya yang terbesar Hasil rekristalisasi fraksi dua berupa kristal berwarna kuning dan setelah dilakukan uji KLT (Tabel 5) telah menunjukkan satu noda dengan berbagai eluen Rf dari fraksi 2 (Fr.2) dengan eluen EtOAc : MeOH (9:1) = 0,32 dan EtOAc : MeOH (8:2) = 0,58. Kristal murni yang diperoleh dilakukan uji shinoda terbentuk larutan berwarna merah lembayung, ini menunjukkan bahwa kristal ini merupakan senyawa golongan flavonoid.

B. Uji aktivitas Antioksidan

Sumber radikal dalam metode linoleat-tiosianat ini adalah asam linoleat yang merupakan asam lemak tidak jenuh. Radikal merupakan senyawa oksidator. Proses oksidasi lemak menghasilkan produk primer peroksida (Munim, et al, 2003). Radikal ini akan mengoksidasi ion Fe^{+2} menjadi Fe^{+3} . Selanjutnya Fe^{+3} dengan ion CNS membentuk kompleks yang berwarna merah yang dapat diukur intensitasnya pada panjang gelombang 500 nm. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:

Ekstrak metanol kulit batang legung mempunyai daya antioksidan yang ditandai dengan menurunnya absorbansi ekstrak metanol kulit batang legung dibanding dengan kontrol, dengan urutan sebagai berikut α -tokoferol > Fr.2 > Fr.4 > Fr.3 > Fr.5 > Fr.1

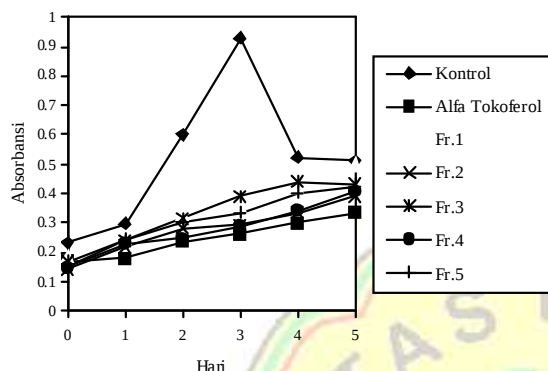
Pengujian aktivitas antioksidan dari kelima fraksi dengan menggunakan metoda tiosianat, serapannya diukur pada panjang gelombang optimum (λ_{opt}) 480 nm (Gambar 1).



Gambar 1. Hasil penentuan λ_{opt} larutan α -tokoferol

Hasil pengukuran daya antioksidan senyawa flavonoid dari lima fraksi hasil isolasi dengan menggunakan metode sistem linoleat-tiosianat selama 5 hari yang ditandai dengan

menurunkan absorbansi kontrol serta menggunakan vitamin E sebagai pembanding (Lihat Gambar 2). Pengaruh penambahan α -tokoferol, dan kelima fraksi dalam proses oksidasi asam linoleat yang disimpan di dalam tabung reaksi yang tertutup pada suhu 40°C. Dari grafik tersebut terlihat bahwa semua senyawa menghambat proses oksidasi asam linoleat dimana aktivitas kelima

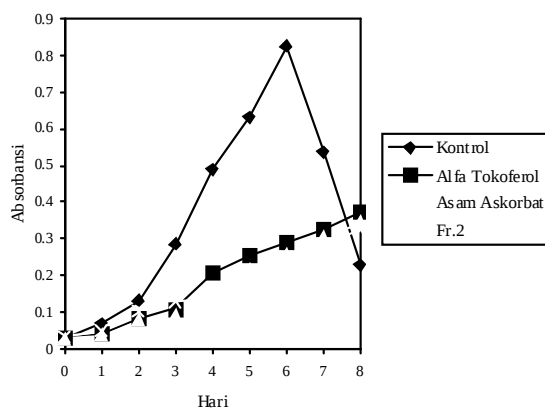


Gambar 2. Uji Aktivitas Antioksidan Ke-5 Fraksi

Fraksi ekstrak metanol lebih rendah jika dibandingkan dengan α -tokoferol. Berikut urutan aktivitas antioksidan masing-masing fraksi:

$$\alpha\text{-tokoferol} > \text{Fr.2} \geq \text{Fr.4} > \text{Fr.3} \geq \text{Fr.5} > \text{Fr.1}$$

Berdasarkan nilai absorbansi fraksi dua (Fr.2) memiliki aktivitas yang terkuat diantara sampel uji sedangkan aktivitas fraksi empat (Fr.4) sebanding dengan Fr.2 begitu juga dengan fraksi tiga (Fr.3) dan fraksi lima (Fr.5) aktivitas kedua fraksi hampir sama. Kecuali Fr 1 menunjukkan aktivitas yang terlemah.



Gambar 3. Uji aktivitas Antioksidan Fraksi 2 setelah direkristalisasi

Setelah fraksi 2 dilakukan rekristalisasi dan dilakukan kembali uji aktivitas antioksidan dengan pembanding α -tokoferol dan asam askorbat terlihat bahwa selama 8 hari aktivitas senyawa murni Fr.2 lebih stabil sebagai antioksidan (Gambar 3). Ini dapat disimpulkan bahwa Aktivitas senyawa flavonoid pada Fr.2 lebih baik dibandingkan α -tokoferol dan asam askorbat.

$$\text{Fr 2} > \text{asam askorbat} > \alpha\text{-tokoferol}$$

Aktivitas antioksidan senyawa murni Fr.2 dapat dikatakan lagi lebih baik dari Fr.2 sebelum dimurnikan, dilihat dari aktivitas dalam menghambat proses oksidasi asam linoleat bila dibandingkan terhadap α -tokoferol. Hal ini tentunya disebabkan oleh adanya zat pengotor yang melekat pada kristal Fr.2 sebelum dimurnikan sehingga akan mempengaruhi aktivitasnya.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa:

1. Aktivitas antioksidan senyawa flavonoid dari ke lima fraksi hasil isolasi senyawa flavonoid ekstrak metanol kulit batang legung berturut-turut sebagai berikut: α -tokoferol > Fr.2 > Fr.4 > Fr.3 > Fr.5 > Fr.1.

2. Fraksi dua (Fr.2) ekstrak metanol hasil rekristalisasi mempunyai aktivitas antioksidan lebih besar dari α -tokoferol dan asam askorbat.

SARAN

Perlu dilakukan pengujian aktivitas lain dari kulit batang, daun, bunga dari tanaman Legung (*Vitex pinnate* Tour ex Linn).

DAFTAR PUSTAKA

- Alphajit, S., 1995. Isolation and structure of limonidilactone-a Labdane diterpen from *Vitex limonifolia*, Australia J.Chem,48:133-137
- Badami, S., Prakash, O., Donge, SH., Suresh, B., 2005, In vitro antioxidant properties of *Solanum pseudocapsicum* leaf ekstrak, Indian J Pharmacol., 37:251-252
- Da Silva, IB., Da Silve, ULL, mahenran, M and Jennings, RC,1980, 4'-hidroksi-3,5,6,7,3',5'-heks-metoksi flavon, Phytochemistry, 19,2794.
- Esteban, A., Zapata, L., Casano,M., Martin and Sabater., 2000, Peroxidase activity in *Aloe vera barbadensis* commercial Gel: Probable role in skin protection, *Planta Medica*, 66: 724-727
- Godjevac, D., Vajs, V., Menkov, N., Telev, V., Kov, P., Milosvljev, S., 2004, Flavonoid from flowers of *Chepalaria ppastricenis* and Their antiradical activity, J. Serb.Chem, Soc.69:883-886.
- Inatani, Nakatani dan Fuwa, 1983. Antioxidative effect of some Ginger constituen of (*Rosmarinus oficinalis* L) and Their Derivatives,. Agic .J.Biol. Chem.(3), 2081-2085
- Perry, LM and Metzger, J.,1980, *Medicine plants of east and southest Asia: The Attributed properties and sees.* The MIT Press. Cambridge, Massachusetts.
- Pokorni,J., Yanishlieva,N and Gordon, M.,2001, Antioxidant isolated from leaf Wax of *Eucalyptus* leaves, J.Agic.Biol.Chem,45,735-739.
- Torel, J., dan Cilard., 1986. Antioxidant activity of flavonoid and reactivity with peroxy radical. *Phytochemistry.Pergamon Press*,2(25),283-38

KARAKTERISASI ELEKTROLIT POLIMER OPTIMUM KITOSAN/PVA+KOH

(Characterization of optimum Chitosan/PVA+KOH polymer electrolyte)

R.Putri¹, A.Maddu², Irzaman²

¹Departemen Fisika, Universitas Muhammadiyah Riau

²Departemen Fisika, Institut Pertanian Bogor

Abstract

The blend-based polymer electrolyte comprising of chitosan and polyvinyl alcohol (PVA) as host polymers and potassium hydroxide (KOH) 35% wt as the complexing salt was studied. Polymer electrolyte were obtained by the casting technique. FTIR, XRD, SEM and EDX studies have been made to investigate the structural, complexation in film morphology of the polymer electrolyte.

Keywords : polymer electrolyte, FTIR, DSC, XRD, SEM, EDX

PENDAHULUAN

Pada penelitian dilakukan analisa spektroskopi FTIR, DSC, XRD, SEM, EDX pada elektrolit polimer Kitosan/PVA+KOH 35%. FTIR merupakan salah satu jenis spektroskopi yang bersifat kualitatif. Penyinaran sampel dengan FTIR menyebabkan peristiwa transisi energi vibrasi molekul polimer. Sinyal hasil penangkapan detektor selanjutnya ditransformasikan dari bentuk sinyal biasa menjadi sinyal yang lebih kontinu dengan menggunakan transformasi fourier. Hasil analisis diharapkan menunjukkan sinyal yang khas

Analisa SEM digunakan untuk mengetahui morfologi permukaan elektrolit polimer. Perbesaran 100-1000x digunakan untuk menganalisa morfologi permukaan elektrolit polimer. EDX merupakan analisis yang terintegrasi dengan SEM dan digunakan untuk analisis unsur yang terdapat dalam elektrolit polimer. RD banyak digunakan untuk menentukan sifat sampel, identifikasi fasa, analisis kuantitatif dari fasa campuran dan ukuran partikel. Konduktivitas ionik polimer elektrolit secara kualitatif dapat dikaitkan dengan analisa

XRD. Dari analisa XRD dapat dilihat hubungan antara fasa elektrolit dengan konduktivitas ionik elektrolit polimer.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Biofisika Departemen Fisika IPB dan Balai Penelitian Pengembangan Hasil Hutan dari Februari sampai Juni 2009.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya adalah kitosan, polivinil alkohol (PVA), aquades, asam asetat, dan KOH. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah neraca analitik, gelas piala, pipet tetes, pipet Mohr, gelas ukur Iwaki 10 ml dan 100 ml, hot plate, cawan petri, hot plate stirrer, tissue, Branson 2510 dan furnace (tanur). Alat karakterisasi yang digunakan diantaranya adalah: LCR meter, Shimadzu X Ray

Difraktometer, SEM Bruker 133 eV dan Bruker FTIR.

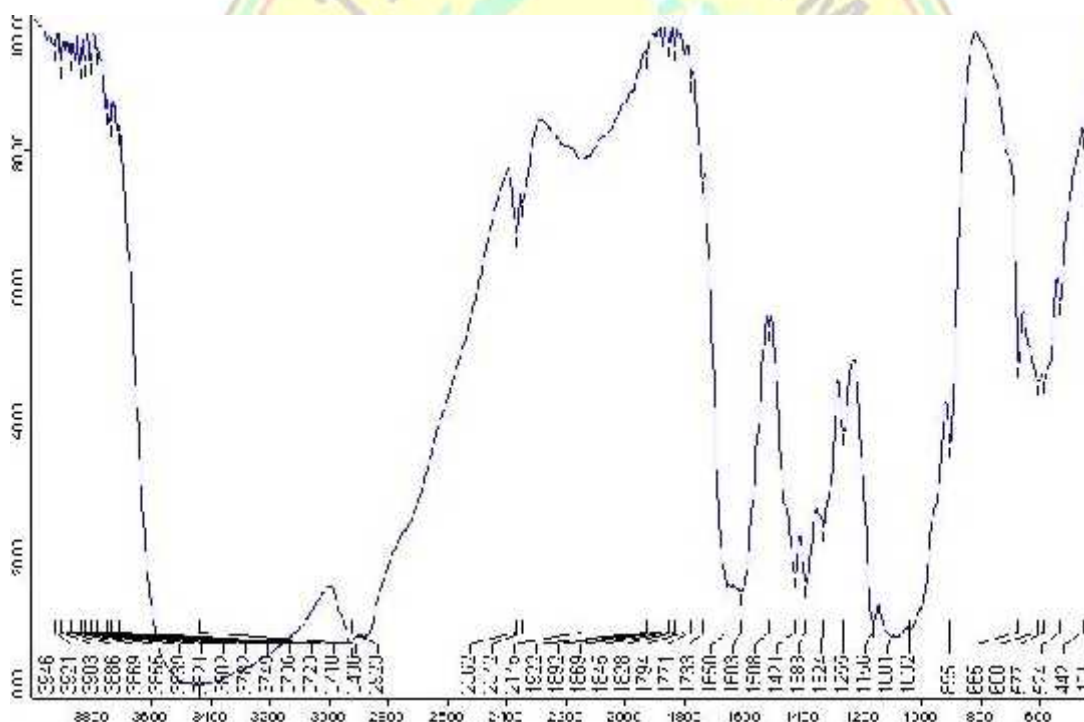
Kitosan sebanyak 0,25 gram dilarutkan dalam 10 ml asam asetat 1% dengan metode sonikasi selama 4 jam. Kemudian ditambahkan PVA sebanyak 0,25 gram. Proses pencampuran dilakukan dengan menggunakan hot plate stirrer pada

temperatur 80 oC sampai larutan homogen. Campuran kitosan-PVA yang telah homogen ditambahkan KOH dengan konsentrasi 35% wt. Campuran kitosan/PVA+KOH 35% wt didinginkan pada suhu ruang dan diukur konduktivitasnya dengan menggunakan LCR meter. Untuk karakterisasi dilakukan solution casting pada cawan petri. Untuk menghilangkan pelarut, dilakukan pengeringan dengan furnace pada temperatur 80 oC selama 4 jam. Karakterisasi yang dilakukan yaitu FTIR, DSC, XRD, SEM, dan EDX.

HASIL DAN PEMBAHASAN

FTIR (Fourier Transform Infrared)

FTIR digunakan untuk menentukan jenis ikatan dan gugus fungsi pada molekul kompleks. Analisa ini banyak digunakan untuk melihat adanya kompleks garam-polimer dalam elektrolit polimer. FTIR merupakan instrumen yang efisien untuk mempelajari perubahan struktur lokal yang terdapat pada polimer. Spektra inframerah material bervariasi bergantung pada komposisi dan sangat memungkinkan untuk mengetahui adanya kompleks elektrolit polimer dan interaksi antar komponen penyusunnya [1].



Gambar 1 Spektrum FTIR Kitosan

Spektrum gugus fungsi FTIR untuk kitosan yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1. Spektrum FTIR menunjukkan adanya uluran NH_2 pada bilangan gelombang 3438 cm^{-1} . Vibrasi $-\text{CH}_3$ terdapat pada bilangan gelombang 2923 dan 1383 cm^{-1} . Terdapat ikatan $-\text{S}-\text{C}\equiv\text{N}$ pada bilangan gelombang 2145 cm^{-1} dengan

kekuatan sedang. Gugus fungsi $\text{C}=\text{O}$ muncul pada bilangan gelombang 1869, 1845, 1794, 1771, dan 1733 cm^{-1} . Ikatan $\text{C}=\text{O}$ yang lemah terdapat pada bilangan gelombang 1869 dan 1845 cm^{-1} , ikatan $\text{C}=\text{O}$ dengan lima cincin pada bilangan gelombang 1794 dan 1771 cm^{-1} , dan ikatan $\text{C}=\text{O}$ aldehyd alifatik pada bilangan gelombang 1733 cm^{-1} .

Pada bilangan gelombang 1650 dan 1508 cm^{-1} masing-masing terdapat uluran $\text{C}=\text{C}$ dan NO_2 . Gugus fungsi $\text{R}-\text{CH}_2-(\text{C}\equiv\text{N})$ muncul pada bilangan gelombang 1421 cm^{-1} dan ikatan yang terbentuk lebih besar dari deformasi hidrokarbon. Amina tersubstitusi muncul pada bilangan gelombang 1324 cm^{-1} sedangkan ikatan $\text{O}-\text{C}-\text{O}$ ansimetrik muncul pada 1255 cm^{-1} . Uluran $\text{C}-\text{O}$ terdeteksi pada bilangan gelombang 1080 cm^{-1} dan eter aromatik $\text{O}-\text{CH}_2$ terdeteksi pada 1032 cm^{-1} . Kibasan CH_2 dan $\text{C}-\text{H}$ muncul pada bilangan gelombang berturut-turut 895 dan 665 cm^{-1} .

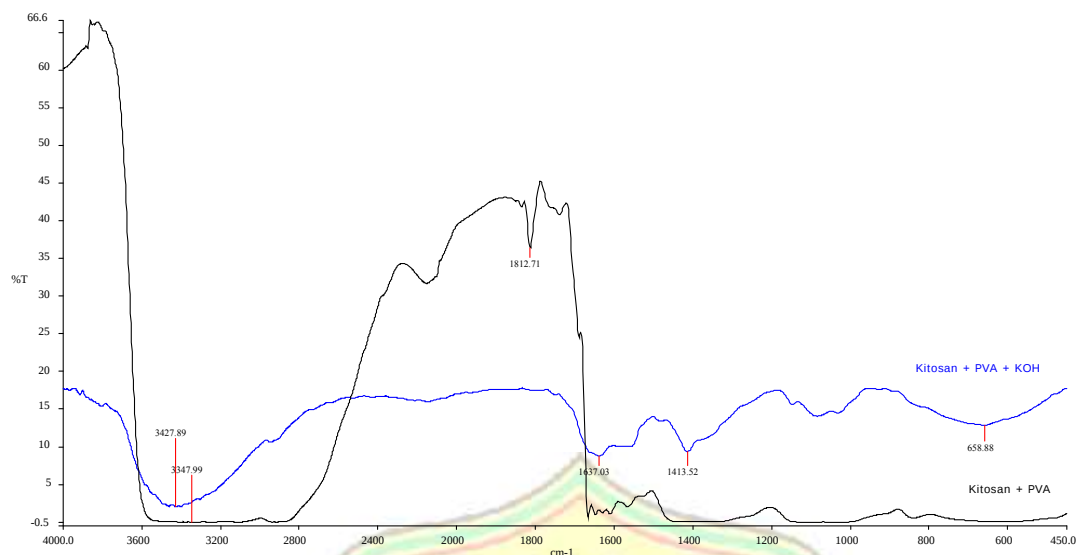
Spektrum FTIR campuran kitosan/PVA pada Gambar 2 (a) memperlihatkan puncak serapan inframerah yang lebih sederhana dibandingkan dengan puncak serapan kitosan. Hampir semua puncak serapan kitosan tidak muncul dalam campuran kitosan /PVA kecuali gugus fungsi $\text{C}=\text{O}$. Spektrum FTIR kitosan/PVA memperlihatkan adanya uluran gugus karbonat $\text{C}=\text{O}$ (dengan lima cincin) pada bilangan gelombang 1812,71 cm^{-1} . Puncak tersebut sebelumnya muncul pada bilangan gelombang 1794 cm^{-1} . Puncak pada bilangan gelombang 3347,99 cm^{-1} menunjukkan adanya gugus fungsi NH (α -amido acids) yang sebelumnya tidak muncul pada serapan inframerah kitosan.

Pada Gambar 2(b), spektrum FTIR kitosan/PVA+KOH menunjukkan adanya uluran NH dengan ikatan yang lemah pada panjang gelombang 3427,89 cm^{-1} . Uluran $\text{C}=\text{N}$ pada bilangan gelombang 1637,03 cm^{-1} . Dan uluran $\text{N}=\text{N}$ (ozo aromatis) pada

panjang gelombang 1413,52 cm^{-1} . Dan kibasan $\equiv\text{C}-\text{H}$ (*mono substituted acetylenes*) yang sangat kuat dan lebar pada panjang gelombang 658,88 cm^{-1} . Gugus fungsi kitosan tidak muncul sama sekali pada elektrolit polimer kitosan/PVA+KOH. Namun gugus fungsi NH pada kitosan/PVA masih muncul setelah ditambahkan garam. Dari Gambar 5 dapat dilihat bahwa banyak puncak yang tidak muncul dan ada puncak baru yang ditemukan. Hal ini mengindikasikan bahwa telah terbentuk kompleks elektrolit polimer kitosan/PVA+KOH.

Analisa SEM (*Scanning Electron Microscope*)

Morfologi elektrolit polimer dapat dilihat dengan menggunakan SEM. Ciri-ciri morfologi seperti kehomogenan elektrolit polimer dan efek penambahan garam (*salting effect*) dapat ditentukan dari hasil foto SEM. Analisa SEM telah dilakukan pada sampel elektrolit polimer Kitosan/PVA dengan penambahan KOH 35%. Dari foto SEM (Gambar 3a) dapat dilihat bahwa elektrolit polimer yang dihasilkan berupa elektrolit polimer dengan fasa amorf. Fasa amorf pada elektrolit polimer dapat meningkatkan konduktivitas ionik elektrolit polimer tersebut. Pencampuran kitosan dan PVA masih belum homogen. Hal ini dapat dilihat masih adanya penggumpalan. Namun morfologi yang dihasilkan tidak jauh berbeda dengan apa yang telah dilakukan oleh Mohamad AA dan Arof K (Gambar 3b) [2].

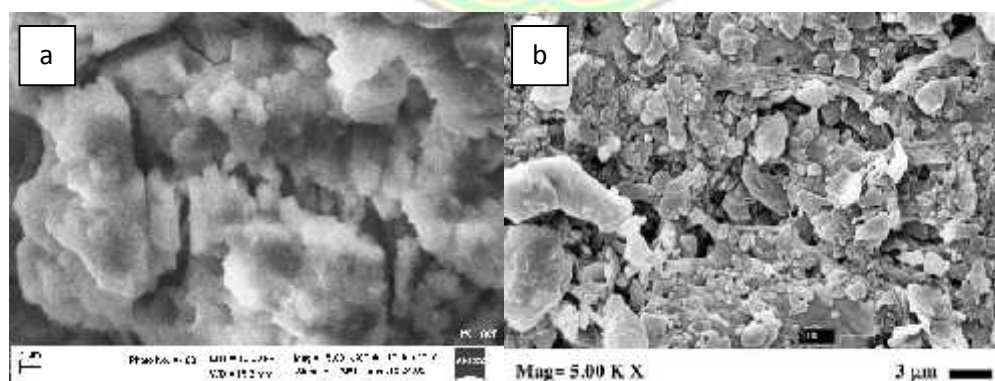


Gambar 2 Spektrum FTIR (a) Kitosan/PVA (b) Kitosan/PVA+KOH 35%

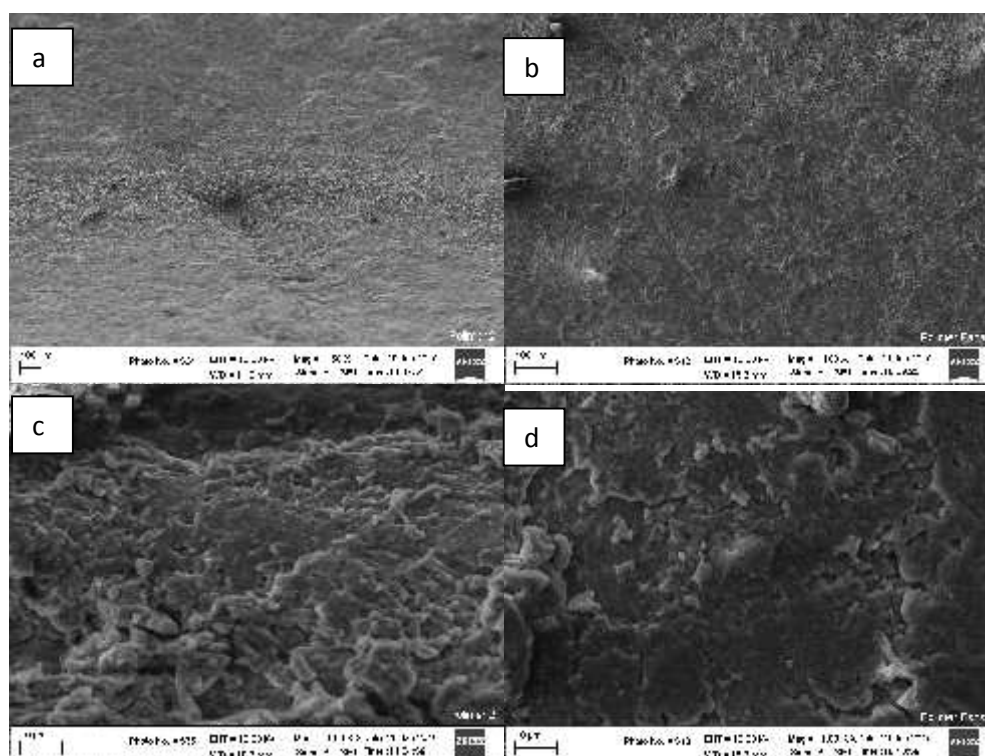
Pada Gambar 3 (a) dapat dilihat adanya fase kristal yang terbentuk pada elektrolit polimer kitosan/PVA+KOH. Fasa kristal yang muncul pada Gambar 3 (a) merupakan fasa kristal dari PVA. Adanya proses pengkristalan ini disebabkan oleh proses pemanasan elektrolit polimer untuk menguapkan pelarutnya. Pemanasan ini sedikit berpengaruh pada pengkristalan PVA.

Pada Gambar 4a dan 4c dapat dilihat foto permukaan elektrolit polimer dengan kondisi tidak dipanaskan. Elektrolit polimer tersebut berada dalam fasa amorf yang terikat satu sama lain. Sedangkan pada Gambar 4b dan 4d dapat dilihat foto permukaan

elektrolit polimer yang dipanaskan pada suhu 100 °C selama 1 jam. Dari gambar SEM tersebut dapat dilihat adanya perubahan permukaan elektrolit polimer. Elektrolit polimer yang dipanaskan cenderung memiliki permukaan lebih halus karena telah meleburnya PVA. PVA melebur pada suhu sekitar 85 °C. Selain itu dapat dilihat adanya pengkristalan kembali KOH dalam sampel elektrolit polimer. Hal ini menyebabkan menurunnya konduktivitas ionik elektrolit polimer [1,3].



Gambar 3 Hasil SEM (a) Kitosan/PVA+KOH 35% dan (b) PVA+KOH 40%

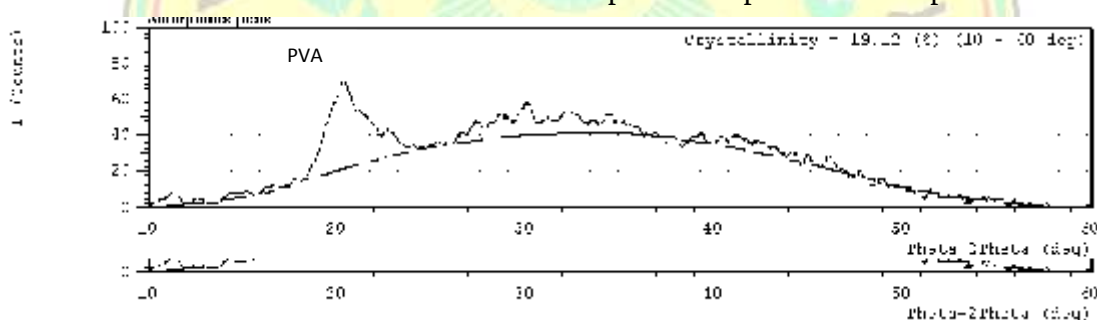


Gambar 4 SEM Kitosan/PVA+KOH 35% (Pemanasan 100 °C)

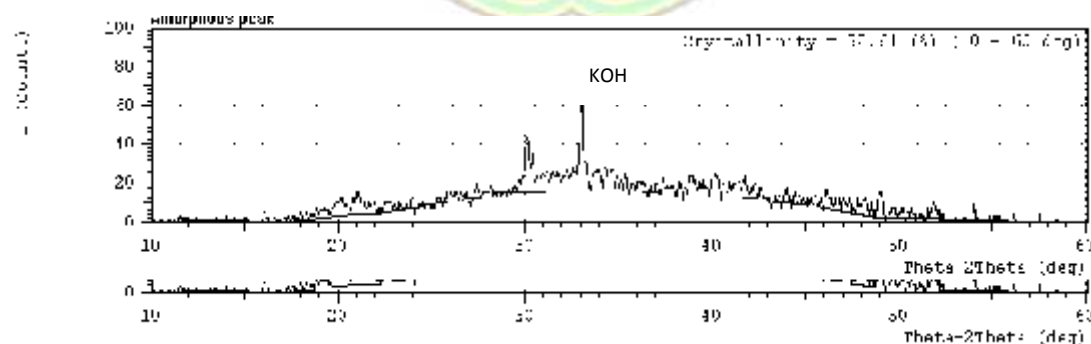
XRD (X-Ray Diffraction)

XRD banyak digunakan untuk menentukan sifat sampel, identifikasi fasa, analisis kuantitatif dari fasa campuran dan

ukuran partikel. Konduktivitas ionik polimer elektrolit secara kualitatif dapat ditentukan dengan analisa XRD. Pola XRD Kitosan/PVA+KOH 35% tanpa perlakuan panas dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5 XRD Kitosan/PVA+KOH (25 °C)



Gambar 6 XRD Kitosan/PVA+KOH (100 °C)

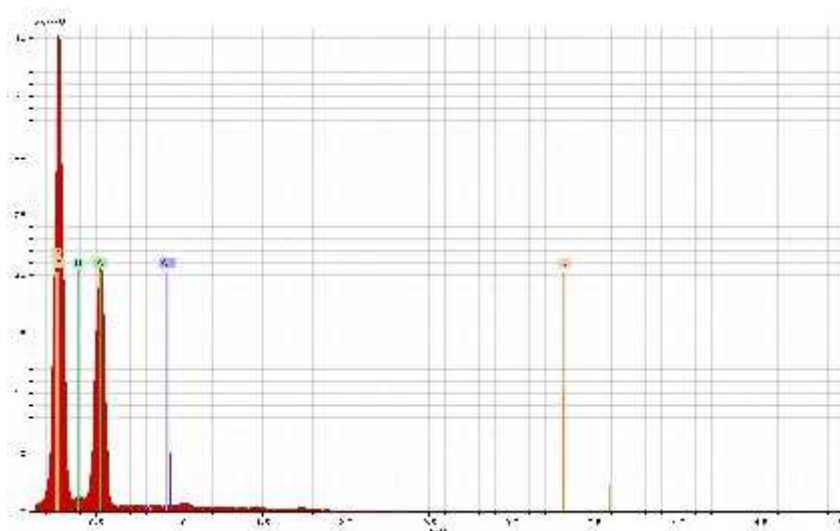
Dari hasil XRD, secara umum sampel yang terbentuk berupa elektrolit polimer dengan fasa amorf. Pada Gambar 5 dapat dilihat adanya puncak PVA yang muncul pada sudut $2\theta = 20,355^\circ$. Ini menjelaskan bahwa masih adanya PVA dalam bentuk kristal yang terdapat dalam elektrolit polimer [4]. Elektrolit polimer akan memiliki konduktivitas ionik tinggi jika fasa elektrolit polimer berada dalam fasa amorf. Persentase kristalinitas elektrolit polimer yang terbentuk sekitar 19,12%. Penyumbang kristalinitas dalam elektrolit polimer ini adalah dari fasa kristal PVA. Puncak KOH tidak muncul pada hasil XRD elektrolit polimer.

Pada Gambar 6 dapat dilihat hasil XRD Kitosan/PVA+KOH 35% yang dipanaskan pada suhu 100°C selama 1 jam. Pada gambar dapat dilihat adanya puncak KOH yang muncul sementara puncak PVA tidak terlihat dalam fasa kristal. Pada sampel yang dipanaskan dapat dilihat adanya pengkristalan ulang KOH. Hal ini menyebabkan elektrolit polimer bersifat lebih kristalin sehingga dapat menurunkan konduktivitas ioniknya. Semakin kristalin suatu elektrolit polimer maka konduktivitas ioniknya akan semakin menurun. Puncak yang muncul pada sampel yang dipanaskan terdapat pada $(2\theta) 33.0435^\circ$ dengan derajat kristalinitas 32,61%. Puncak maksimum yang muncul merupakan puncak KOH. Persentase kristalinitas tersebut lebih besar 13,49% dari elektrolit polimer yang tidak dipanaskan. Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Mohamad AA dan Arof K, elektrolit polimer PVA+KOH dengan pemanasan 100°C memperlihatkan munculnya dua puncak yaitu PVA dan

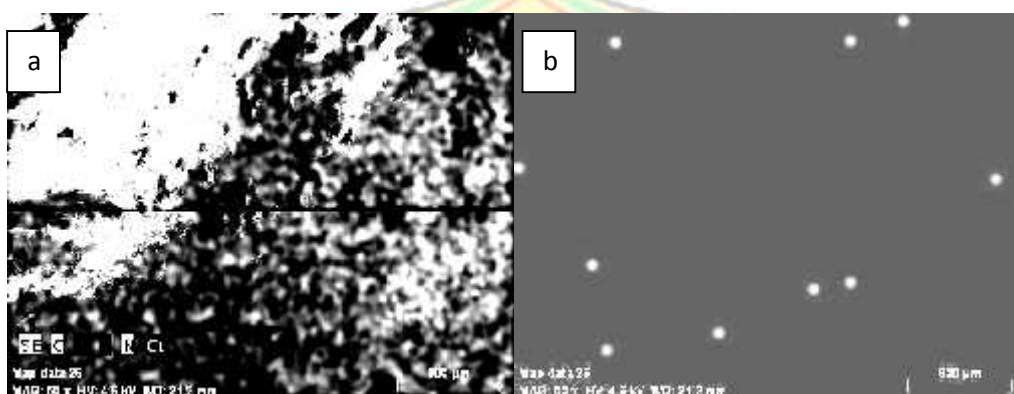
KOH. Hal ini menyebabkan kekristalin elektrolit polimer semakin meningkat karena kontribusi kekristalan disumbangkan oleh dua komponen dalam elektrolit polimer tersebut [5]. Ketika dilakukan pencampuran PVA dan kitosan, hanya PVA yang memberi kontribusi besar pada derajat kristalinitas elektrolit polimer.

EDX (*Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy*)

Analisis EDX (*Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy*) merupakan suatu teknik yang digunakan untuk mengidentifikasi komposisi unsur suatu sampel atau daerah disekitarnya. Sistem analisis EDX bekerja sebagai suatu bentuk terintegrasi dari *Scanning Electron Microscope* (SEM). Keluaran dari analisis EDX adalah berupa suatu spektrum EDX. Masing-masing puncak pada spektrum EDX adalah unik untuk setiap atom dan sangat sesuai untuk unsur tunggal [6]. Puncak yang lebih tinggi pada spektrum menunjukkan semakin banyaknya unsur tersebut dalam sampel. Hasil EDX kitosan/PVA+KOH 35% memperlihatkan bahwa karbon merupakan unsur yang paling dominan pada elektrolit polimer yaitu sekitar 32,33% wt. Persentase kalium yang terdapat dalam elektrolit polimer hanya sekitar 28,24%. Secara umum *mapping* unsur dalam elektrolit polimer dapat dilihat pada Gambar 7. Pada Gambar 8 dapat dilihat penyebaran atom K^+ dalam elektrolit polimer. Tampak pada gambar bahwa penyebaran atom K^+ tidak terdistribusi merata pada sampel cuplikan. Dari gambar dapat dihitung kerapatan atom K^+ dalam elektrolit polimer yaitu sekitar 79 atom cm^{-2} .



Gambar 7 Spektrum EDX Kitosan/PVA+KOH



Gambar 8 Mapping (a) Kitosan/PVA+KOH (b) KOH

KESIMPULAN

Pada penelitian ini telah dilakukan karakterisasi elektrolit polimer kitosan/PVA+KOH dengan komposisi optimum KOH 35% wt. Hasil FTIR menunjukkan banyak puncak yang tidak muncul dan adanya puncak baru pada elektrolit polimer. Hal ini mengindikasikan terbentuknya senyawa kompleks elektrolit polimer. Hasil SEM dan XRD menunjukkan adanya peningkatan kristalinitas elektrolit polimer akibat perlakuan panas. Sesuai dengan teori, konduktivitas menurun dengan semakin meningkatnya persentase kristalinitas. Analisa EDX kitosan/PVA+KOH 35% memperlihatkan bahwa kalium yang terdapat dalam elektrolit

polimer sekitar 28,24 %. Foto EDX juga memperlihatkan bahwa penyebaran kalium masih belum merata di dalam sampel.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Mohamad AA, Arof AK. *Effect of storage time on the properties of PVA-KOH alkalinesolid polymer electrolyte system*. *Ionics* 2006;12: 57-61
- [2] Rajendran S, Babu RS, Renuka Devi K. *Ionic conduction behavior in PVC-PEG blend polymer electrolytes upon the addition of TiO₂*. *Ionics* 2008; DOI 10.1007/s11581-008-0222-3

- [3] Jing Fu, Jinli Qiao, Xizhao Wang, Jianxin Ma, Tatsuhiko Okada. *Alkali doped poly(vinyl alcohol) for potential fuel cell applications*. *Synthetic Metals* 2010; 160: 193-199
- [4] Mohamad AA, Arof AK. *Effect of storage time on the properties of PVA-KOH alkalinesolid polymer electrolyte system*. *Ionics* 2006;12: 57-61
- [5] Aisyah IN. *Pembengkakan Hidrogel Kitosan-Polivinil Alkohol* [skripsi]. Bogor: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor; 2005
- [6] Wan Y, Creber KAM, Peppley B, Bui VT. *Synthesis, characterization and ionic conductive properties of phosphorylated chitosan membranes*. *Macromol. Chem. Phys* 2003; 204: 850-858.



STUDIES ON THE CHARACTERISTICS OF SPECTRAL SOLAR IRRADIATION IN THE TROPICS: A CASE STUDY OF MALAYSIA

Said Fhazli

Department of Physics, Faculty of Mathematic, Natural and Health Science,
Muhammadiyah University of Riau.

Abstrak

A Multifilter Rotating Shadowband Radiometer has been used to monitor the directly transmitted solar irradiance at six wavelength regions (413.9 nm, 494.6 nm, 612.7 nm, 670.8 nm, 868.0 nm and 939.1 nm) for three clear stable days at Bangi. The primary objective of this study is to determine the aerosol optical depth (AOD), total column ozone (TCO) and precipitable water content (PWC). The result shows that the maximum optical depth of aerosol at the shorter wavelength, especially on 24th February 2002 with mean value of 0.254 (24th February 2002), 0.095 (25th February 2002), and 0.072 (26th February 2002) while the ozone optical depth shows the mean value 0.0153 on 24th February 2002, 0.0174 on 25th February 2002 and 0.0175 on 26th February 2002 with the average absorption coefficient (α), 0.2 (24th and 26th February 2002) and 0.1 (25th February 2002). The mean value of water vapor content shows that $g = 0.356$ cm and $k = 0.301$ cm for wavelength 939.1 nm. From the aerosol optical depth, it shows the existence of smoke type of aerosol on February, 24th to 25th 2002 with Ångström coefficient, a , is 1.534 and 1.5513, respectively, and sea water vapor is 0.9889 on 26th February 2002. From the Ångström coefficient, it shows that atmosphere layer of Bangi at that moment is similar to U.S. Standard Atmosphere, with maximum spectral irradiance on black body temperature is 5860 °K.

INTRODUCTION

The atmospheric pollutants such as aerosols, ozone and water vapor play important roles in the study of the Earth's climate system, because they directly interact with the solar radiation and modify the climate. Solar radiation is attenuated when passing through the earth's atmosphere. Therefore, solar radiation measured at the surface of the earth's depends on the amount of water vapor, ozone and mixed gases as well as the qualitative characteristics and concentration of aerosols. One of the important property to know the characteristics of atmospheric pollutants is optical thickness which is affecting the transfer of radiant energy in the earth's atmosphere. There is a need to know the spectral characteristic of solar irradiances and the extent to which changes

in environmental factors affect this energy distribution. In this article, the characteristic of atmospheric pollutants is investigated by means of series of measurements done at Bangi, Malaysia. Atmospheric optical properties such as optical depths, spectral transmittances are retrieved in order to establish some "background" characteristics of the atmospheric conditions over the Bangi atmosphere.

EXPERIMENTAL SET-UP

Studies on the characteristics of solar irradiance measurement has been done at Universiti Kebangsaan Malaysia, Bangi, Selangor, Malaysia (2°55' North, 101°50' East) using Automated Multi Filter Rotating Shadow-band Radiometer (MFRS). This instrument has been installed at the roof top of a building so that no sun ray obstruction

by any objects in the hemisphere dome vision of the instrument. Figure 1 shows the experimental set-up of this instrumen. The measurement has been done for one year during February 2002 till march 2003. Each

day we took 10 hours of measurement from 7 am till 5 pm. The measurement was taken for interval of 20 seconds and time averaging is done for each 40 seconds.



Figure 1. Experimental set-up and data measurement

We used an Automated Multi Filter Rotating Shadow-band Radiometer (MFRS) to measure the total solar irradiance and solar spectral irradiance in total horizontal, diffuse horizontal and direct normal at six wavelengths through the use of an automated shadow-band technique. Because the MFRS only directly measure total and diffuse irradiance, it will use eq.1 to calculate the direct normal component of solar irradiation.

$$I_{total} = I_{diffuse} + \cos(q_z) I_{direct} \quad (1)$$

The MFRS have 7 channels of measurements, except for channel 0, each channel is sensitive for aerosol, rayleigh, ozone and water vapour absorption. The complete range of solar spectrum measured from MFRS is listed in table 1 below.

Table1. MFRS specifications.

Channel	Wavelength (nm)	Bandwidth	Sensitivity to
0	300 – 1100	Broadband spectrum	Broadband spectrum

1	413.9	10.5	Aerosol/Rayleigh
2	494.6	9.8	Aerosol/Rayleigh/Ozone
3	612.7	10.7	Aerosol/Rayleigh/Ozone
4	670.8	10.6	Aerosol/Rayleigh/Ozone
5	868.0	11.8	Aerosol/Rayleigh
6	939.1	11.8	Water Vapour

SPECTRAL SOLAR IRRADIATION

The observations were made from morning till evening on the days when the sky was nearly free from visible clouds, and none were near the line-of-sight to the sun. Only direct normal spectrum irradiance from channel 1,2,3,4,5 is used for aerosol, ozone analysis and channel 6 for water vapor analysis. The basic formulation of the attenuation of solar irradiance by aerosol, ozone and water vapor is given by the well-known Beer-Bouguer-Lambert law as below:

$$I(l) = I_o(l) e^{-t_l(l)m(q_o)}, \quad (2)$$

where $I(l)$ is the monochromatic solar irradiance reaching the instrument detector at wavelength l ; $I_o(l)$ the

irradiance incident on the top of the atmosphere ($\tau = 0$ level) and it can be used to self calibrate the system; $m(q_o)$ the atmospheric air mass, a function of solar zenith angle q_o ; and $t_t(l)$ the optical depth. Taking the natural logarithm of (2) yields

$$\ln I(l) = \ln I_o(l) - t_t(l)m(q_o), \quad (3)$$

and thus a plot of $\ln I(l)$ vs $m(q_o)$ will yield a straight line of slope $-t_t(l)$, and y-intercept of $\ln I_o(l)$, assuming that the optical depth remains constant during the course of observations.

Because the number of air mass is range from 2 to 6 it is sufficient for us to calculate this value by using cosine zenith angle (Iqbal, 1983).

$$m(q_z) = \frac{1}{\cos q_z} \quad (4)$$

The number of air mass from 2 to 6 is corresponding to the position of the sun in the sky where the time series data were taken only from morning to local noon or local noon to afternoon. In our case only the morning till noon time series data were taken due to the cloudy and overcast sky condition in the afternoon.

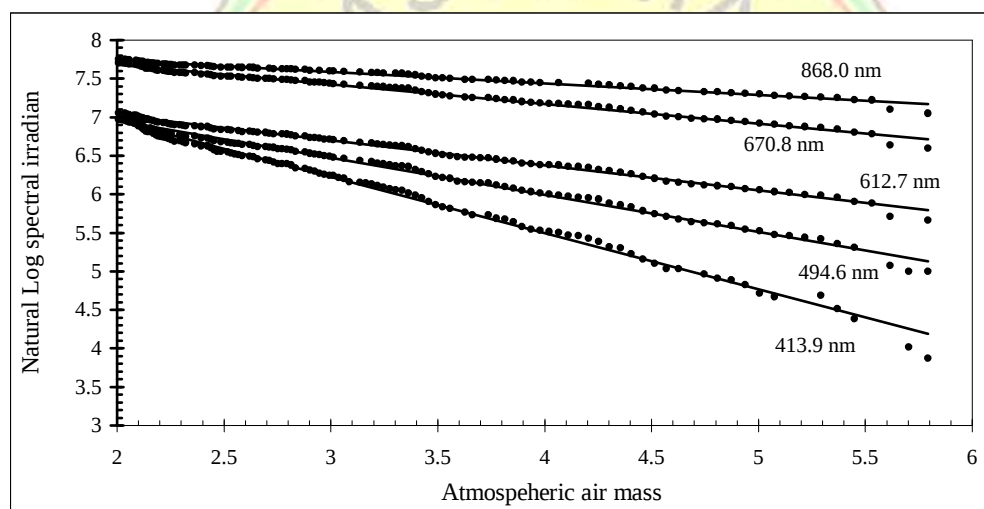


Figure 2. The linear relationship which exists between the log solar irradiance and the atmospheric air mass for stable conditions.

Figure 2 illustrates a typical Langley plot [$\ln I(\lambda)$ vs $m(q_o)$] which has been obtained for Bangi at five wavelengths (0.4139, 0.4966, 0.6127, 0.6708 and 0.8680 μm) on 24 February 2002. The lines drawn in Fig. 2 represent the best fit to the data in a least – squares sense, with the resulting slopes being the negative of the total optical depths.

The total optical depth of the atmosphere is the sum of the optical depths of its individual components:

$$t_{tot\lambda} = t_{oz\lambda} + t_{R\lambda} + t_{a\lambda} + t_{wv\lambda} \quad (5)$$

From the values of total optical depth $t_{tot\lambda}$ and by assuming the water vapor absorption contributed to channel 6 equal to zero one can determine corresponding values of the aerosol optical depth, designated $t_{a\lambda}$, for each day. This is obtained by subtracting from $t_{tot\lambda}$ the contribution due to molecular scattering $t_{R\lambda}$, known as the Rayleigh optical depth, and the contribution of the ozone Chappuis

absorption band t_{ozl} , known as the ozone optical depth. Thus,

The Rayleigh scattering optical depth is a function of surface pressure P , while the ozone optical depth is a function of total ozone content η measured in atm-cm^1 was estimated from the formula as below:

$$t_{oz}(l, h) = ha(l), \quad (8)$$

and thus (6) may be rewritten as

$$t_a(l, p, h) = t_{tot}(l) - (P/P_o)0.008735l^{-4.08} - ha(l), \quad (9)$$

where P is the barometric station pressure and $P_o = 1013.25$ hPa and $a(l)$ are the ozone absorption coefficients per centimeter of pure gas at STP.

The atmospheric turbidity parameters b and α could be derived from the optical thickness due to aerosols $[\tau_a(\lambda)]$ according to Ångström:

$$t_{a1} = bl^{-\alpha} \quad (10)$$

where b is the “Ångström Turbidity coefficient” and α is the wavelength exponent which is closely associated to the size of the scattering particles and the frequency of their distribution. We can alter the Ångström Turbidity formula into a linear form by taking the logarithm (10)

$$\ln(t_{a1}) = \ln(b) - \alpha \ln(l), \text{ thus} \quad (11)$$

We can determine the value of α and β by the value for aerosol optical depth for each wavelength in a linear regression. The result of this regression give us the species, concentration and transmittance of the aerosol contained in the atmosphere for that particular day.

King and Byrne (1976) who described a mathematical formulation whereby the O_3 absorption optical depths, and hence total ozone content of the atmosphere, could be

inferred from spectral variation of total optical depth in the visible and near-infrared wavelength regions. In the Chappuis bands outside of other gaseous absorption bands contributions of aerosols and ozone to total optical depth are the unknowns for each channel. Using the priori knowledge of the spectral behaviour of aerosol optical depth the ozone optical depth can be determined. The basic of this technique is described below:

Assuming a Junge size distribution of the form

$$n(r) = cr^{-v^*-1}, \quad (12)$$

where the radius r extends from 0 to ∞ predicts that

$$t_a = bl^{-v^*+2}, \quad (13)$$

Note: this is Ångström's empirical formula for the wavelength dependence of aerosol optical depth (see equation 10). Taking the logarithm of (13), this equation becomes

$$\log t_a = \log(b) - (v^* - 2) \log l \\ = a_0 + a_1 \log(l) \quad (14)$$

which is linear when $\log t_a$ is plotted against $\log l$.

In general the aerosol size distribution will neither be Junge nor have radii extending from 0 to ∞ . Both non Junge size distribution and finite radii limits, introduce a slight curvature on a $\log t_a$ vs $\log l$ plot instead of the linear dependence as implied by (14). Since (14) implies no curvature, a second-order term was added, and the observations of $\log t_a(l, P, h)$ calculated from (9) were fitted to a quadratic of the form

$$\log t_a = a_0 + a_1 \log l + a_2 (\log l)^2, \quad (15)$$

in order to determine the total ozone content η and the coefficient a_0 , a_1 and a_2 .

Maximizing the probability that the $\log \tau_a(l, p, h)$ observations have the functional form of (14) is equivalent to minimizing the statistic χ^2 defined as

¹ 1 atm-cm = 2.687×10^{10} molecules-cm⁻² in a vertical column.

$$c^2 = \sum_i \frac{1}{s_i^2} \left[\text{Log} k_{al}(l_i, p, h) - a_o - \frac{a_1 \text{Log} l_i - a_2 (\text{Log} l_i)^2}{s_i^2} \right]^2 \quad (16)$$

Minimizing χ^2 as defined by (16) is equivalent to making a weighted least-squares fit to the data.

In determining the precipitable water vapor (PWV) we only use the channel 6 of MFRSR for wavelength 940-nm.

The basis for retrieving u from measurements of the attenuation of the direct beam irradiance, relies on knowledge of the variation of transmission with u over the 0.94 μm MFRSR channel, and correction for attenuation in this band due to aerosol and molecular scattering.

The modified Langley method was used to retrieve u from MFRSR. The idea behind this method is to assume that the attenuation of the direct beam irradiance follows the Lambert-Beer-Bouguer law for aerosol and molecular scattering, and power law for water vapour absorption. Thus, $r_{0.94} = r_{t,0.94} \exp[-t_{s,0.94}m - k(um)^g]$ (17)

where $r_{0.94}$ is the band integrated direct beam irradiance measured by the MFRSR, $r_{t,0.94}$ is the (band integrated) top-of-atmosphere irradiance, m is the airmass, $t_{s,0.94}$ is the optical depth due to aerosol and molecular scattering, u is precipitable water, and k and g are parameters to be determined.

Another, related method can be used to retrieve u using direct beam irradiances from the 0.87 μm (channel 5) and 0.94 μm (channel 6) MFRSR. At 0.87 μm it is assumed that there is negligible water vapour absorption within the band. Then,

$$r_{0.87} = r_{t,0.87} \exp[-t_{s,0.87}m] \quad (18)$$

where $t_{s,0.87}$ is the total optical depth (aerosol + molecular scattering) at 0.87 μm . If we assumed that,

$$t_{s,0.94} = \alpha t_{s,0.87} \quad (19)$$

where α is a constant, then combining (16)-(18) yields, after manipulation

$$\text{Ln} \left[\left(\frac{r_{0.94}}{r_{0.87}^a} \right) Q_t \right] = -k(um)^g \quad (20)$$

where,

$$Q_t = \frac{(r_{t,0.87})^a}{r_{t,0.94}}$$

Q_t is a constant factor for a given instrument (the earth-sun distance variation cancels out), depending only on the in-band solar extraterrestrial irradiance and the factor α .

CONCLUSION

The studies on the characteristics of spectral solar irradiation has been carried out at University Kebangsaan Malaysia (Bangi) since February 2002 till March 2003. We choose three clear stable measurement data for the analysis of spectral behaviour. Data on February, 24th, 25th and 26th 2002 are suitable for Langley analysis due to their clear sky at the morning. These three days data have been filtered using objective algorithms proposed by Harrison et al (1994) and the points that remain are used for a final least-squares regression that yields the total spectral optical depth and extraterrestrial spectral irradiance.

The least-squares regression for three days time series data and the decomposition of the total optical depth for each wavelength yield as shown in tables below;

Table 2: Total optical depth decomposition on 24th February 2002

Wavelength	Total optical	R ²	Ln (I _{0λ})	Ozone absorption coefficient	Total ozone content ()	Ozone column (Ω)	Optical depth		
[m]	Depth			(a)	(atm-cm)	(DU)	Rayleigh	[m]	Depth
0.4139	0.7310	0.9949	8.3947	0.2374	1.2645	300.20	0.3194	0.0351	0.3765

Wavelength [m]	Total optical Depth	R ²	Ln (I _{oλ})	Ozone absorption coefficient (a)	Total ozone content () (atm-cm)	Ozone column (Ω) (DU)	Optical depth		
							Rayleigh	[m]	Depth
0.4946	0.4810	0.9959	7.8817	0.2211	0.6251	138.20	0.1544	0.0058	0.3208
0.6127	0.3320	0.9810	7.6944	0.1967	0.2628	51.70	0.0645	0.0142	0.2533
0.6708	0.2548	0.9723	6.8269	0.1722	0.2002	34.48	0.0445	0.0134	0.1969
0.868	0.1450	0.9888	8.0237	0.1224	0.0825	10.10	0.0156	0.0079	0.1215

Table 3: Total optical depth decomposition on 25th February 2002

Wavelength [m]	Total optical Depth	R ²	Ln (I _{oλ})	Ozone absorption coefficient (a)	Total ozone content () (atm-cm)	Ozone column (Ω) (DU)	Optical depth		
							Rayleigh	Ozone	Aerosol
0.4139	0.4931	0.9906	8.2206	0.1502	2.0746	311.60	0.3194	0.0365	0.1372
0.4946	0.2803	0.9946	7.7352	0.1160	1.2888	149.50	0.1544	0.0063	0.1196
0.6127	0.1856	0.9903	7.5623	0.1122	0.5339	59.90	0.0645	0.0165	0.1046
0.6708	0.1303	0.9913	8.0844	0.0827	0.5054	41.80	0.0445	0.0163	0.0695
0.868	0.0709	0.9884	7.9678	0.0542	0.2657	14.40	0.0156	0.0112	0.0441

Table 4: Total optical depth decomposition on 26th February 2002

Wavelength [m]	Total optical Depth	R ²	Ln (I _{oλ})	Ozone absorption coefficient (a)	Total ozone content () (atm-cm)	Ozone column (Ω) (DU)	Optical depth		
							Rayleigh	[m]	Depth
0.4139	0.4416	0.9991	8.0751	0.1130	2.7850	314.70	0.3194	0.0368	0.0854
0.4946	0.2499	0.9985	7.6457	0.0908	1.6652	151.20	0.1544	0.0063	0.0892
0.6127	0.1663	0.9989	7.4980	0.0876	0.7021	61.50	0.0645	0.0169	0.0849
0.6708	0.1188	0.9957	8.0373	0.7190	0.0590	42.40	0.0445	0.0165	0.0578
0.868	0.0696	0.9867	7.9455	0.0527	0.2732	14.40	0.0156	0.0112	0.0428

ln (I_{oλ}) is ln (uncalibrated extraterrestrial direct-normal irradiance)

From the tables above the total optical depth decrease for increasing wavelength. This shows the decrease of concentration for bigger suspended particle. For these days the

aerosol optical depth very nearly follow the Angstrom power law. The aerosol and ozone concentration distribution for each wavelength is shown in table below;

Table 5: Aerosol Concentration

24 th February 2002		25 th February 2002		26 th February 2002	
Optical depth	Concentration [g/m ³]	Optical depth	Concentration [g/m ³]	Optical depth	Concentration [g/m ³]
0.3765	48.8676	0.1372	31.4131	0.0854	27.6292
0.3208	44.8055	0.1196	30.1279	0.0892	27.9047
0.2533	39.8809	0.1046	29.0352	0.0849	27.5951
0.1969	35.7646	0.0695	26.4734	0.0578	25.6173
0.1215	30.2680	0.0441	24.6178	0.0428	24.5229

Table 6. Ozone (O₃) Concentration

24 th February 2002			25 th February 2002			26 th February 2002		
Ozone Concentration	Concentration		Ozone Concentration	Concentration		Ozone Concentration	Concentration	
Optica			Optica			Optica		
l depth	[atm-cm]	[Molecule/cm ²]	l depth	[atm-cm]	[Molecule/cm ²]	l depth	[atm-cm]	[Molecule/cm ²]
0.0351	1.2645	3.40E+19	0.0365	2.0746	5.57E+19	0.0368	2.7850	7.48E+19
0.0058	0.6251	1.68E+19	0.0063	1.2888	3.46E+19	0.0063	1.6652	4.47E+19
0.0142	0.2628	7.06E+18	0.0165	0.5339	1.43E+19	0.0169	0.7021	1.89E+19
0.0134	0.2002	5.38E+18	0.0163	0.5054	1.36E+19	0.0165	0.0590	1.58E+18
0.0079	0.0825	2.22E+18	0.0112	0.2657	7.14E+18	0.0112	0.2732	7.34E+18

From the modified Langley method for retrieving precipitable water vapour (PWV) at 940-nm channel yields the parameter k and γ as shown in table 7. By using the linier regression, the result shows that there is a little variation of precipitable water vapour through the day and that it is reasonable to assume that the precipitable water vapour measured at Bangi is representative of the precipitable water at all other times during the daylight hours.

To determine the species of the aerosol particle, the Ångström Turbidity formula is used to yields the Ångström Turbidity coefficient β and wavelength exponent α . This can be done by linear regression between wavelengths and aerosol optical depths. The results of these linear regressions is shown in the table 8.

Table 7 The results of linier regression on Precipitable water (equation 19)

Date	R ²	γ	k
24/02/2002	0.9982	0.3624	0.3243
25/02/2002	0.9951	0.3515	0.2617
26/02/2002	0.9987	0.3541	0.3357

Table 8 The results of linier regression on Ångström Turbidity formula

Date	α	β	R ²
24/02/2002	1.534	0.1248	0.9634
25/02/2002	1.5513	0.0689	0.9115

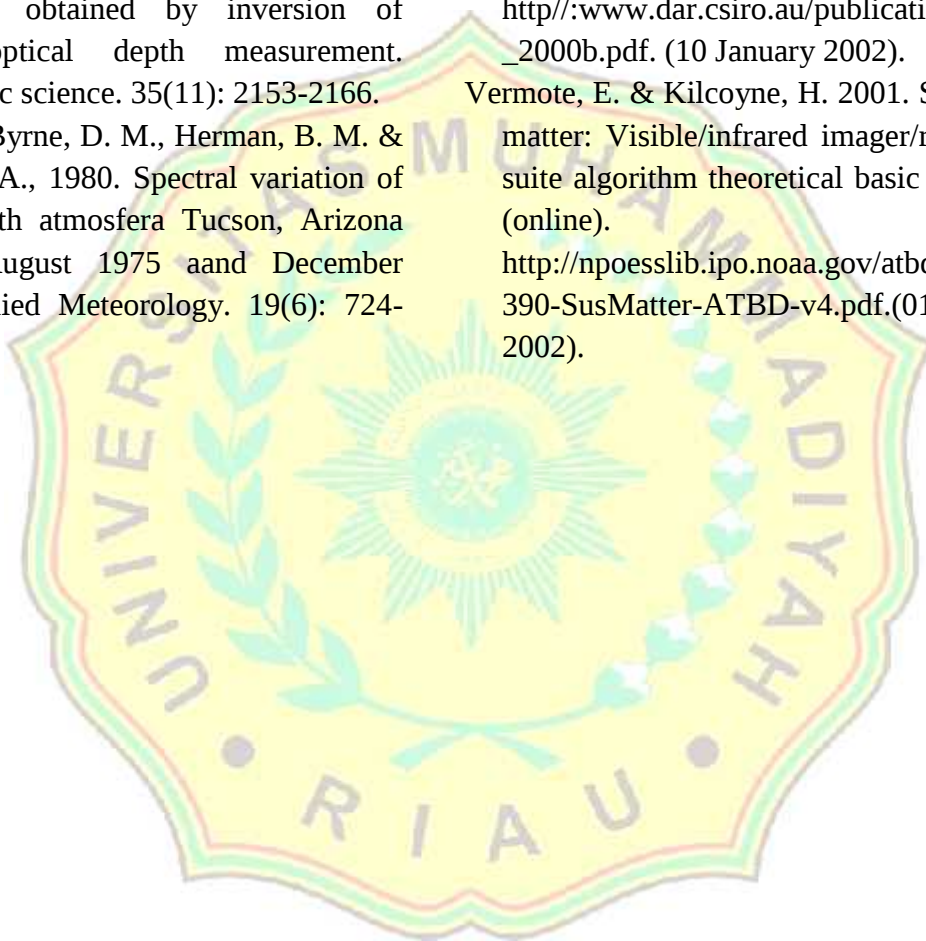
26/02/2002	0.9889	0.046	0.7656
------------	--------	-------	--------

The results of table 8 above give us an indication that there are smoke and a mix of smoke and sea water vapour during the measurement. This is true where α is bigger than 1.4 for smoke from forest fire (for 24th to 25th February 2002) and for α between 1 to 1.4 is for a mix of smoke from fossil fuel burning and sea water vapour. In fact at that moment of measurement, there were a forest fire around the area due to the dry season. And lastly the average visibility calculated from the data analysis is 28.7 km.

REFERENCE

- Harrison, L. & Michalsky, J. 1994. Objective algorithms for the retrieval of optical depth from ground measurements. *Applied optics*. 33(22): 5126-5132.
- Harrison, L. Michalsky, J. & Berndt, J. 1994b. Automated multifilter rotating shadow-band radiometer: an instrument for optical depth and radiation measurements. *Applied optics*. 33(22): 5118-5125.
- Hilburn, K. A. 2000. Turbidity at Mauna Loa (online). <http://www.coaps.fsu.edu/~hilburn/report/turbml.pdf>. (27 Desember 2002).
- Iqbal, M. 1983. *An Introduction to solar radiation*. Toronto: Academic Press.
- Kambezidis, H. D., Katevatis, E. M., Petrakis, M., Lykoudis, S. & Asimakopoulos, D. N. 1998. Estimate of the Linke and Unsworth-

- Monteith turbidity factors in the visible spectrum: application for Athens, Greece. *Solar energy*. 62 (1):39-50.
- King, M. D. & Byrne, D. M. 1976. A method for inferring total ozone from the spectral variation of total optical depth obtained with a solar radiometer. *Atmospheric science*. 33(11): 2242-2251.
- King, M. D., Byrne, D. M., Herman, B. M. & Reagan, J. A., 1978. Aerosol size distribution obtained by inversion of spectral optical depth measurement. *Atmospheric science*. 35(11): 2153-2166.
- King, M. D., Byrne, D. M., Herman, B. M. & Reagan, J. A., 1980. Spectral variation of optical depth atmosfera Tucson, Arizona between August 1975 and December 1977. *Applied Meteorology*. 19(6): 724-732.
- Mohd. Yusof. Hj. Othman., Kamaruzzaman Sopian., Baharuddin Yatim. & Mohd. Nor Dalimin. 1993. Data bank: Diurnal pattern of global radiation in the tropics: a case study in Malaysia. *Renewable energy*. 3(6/7): 741-745.
- Prata, A. J. 2000. Precipitable water retrieval from Multi-Filter rotating shadowband radiometer. CSIRO atmospheric research technical paper 47 (online). http://www.dar.csiro.au/publications/prata_2000b.pdf. (10 January 2002).
- Vermote, E. & Kilcoyne, H. 2001. Suspended matter: Visible/infrared imager/radiometer suite algorithm theoretical basic document (online). <http://npoeslib.ipo.noaa.gov/atbd/viirs/Y2390-SusMatter-ATBD-v4.pdf>. (01 February 2002).



STUDIES ON THE TOTAL COLUMN ATMOSPHERIC AEROSOL OPTICAL DEPTH, OZONE AND PRECIPITABLE WATER CONTENT IN THE TROPICS: A CASE STUDY OF MALAYSIA

Said Fhazli

Department of Physics, Faculty of Mathematic, Natural and Health Science,
Muhammadiyah University of Riau.

Abstrak

A Multifilter Rotating Shadowband Radiometer has been used to monitor the directly transmitted solar irradiance at six wavelength regions (413.9 nm, 494.6 nm, 612.7 nm, 670.8 nm, 868.0 nm and 939.1 nm) for three clear stable days at Bangi. Extensive observations of the columnar aerosol optical depth (AOD), total column ozone (TCO) and precipitable water content (PWC) have been carried out using this instrument. The result shows that the maximum optical depth of aerosol at the shorter wavelength, especially on 24th February 2002 with mean value of 0.254 (24th February 2002), 0.095 (25th February 2002), and 0.072 (26th February 2002) while the ozone optical depth shows the mean value 0.0153 on 24th February 2002, 0.0174 on 25th February 2002 and 0.0175 on 26th February 2002 with the average absorption coefficient (a), 0.2 (24th and 26th February 2002) and 0.1 (25th February 2002). The mean value of water vapor content shows that $\gamma = 0.356$ cm and $k = 0.301$ cm for wavelength 939.1 nm. From the aerosol optical depth, it shows the existence of smoke type of aerosol on February, 24th to 25th 2002 with Ångström coefficient, α , is 1.534 and 1.5513, respectively, and sea water vapor is 0.9889 on 26th February 2002. From the Ångström coefficient, it shows that atmosphere layer of Bangi at that moment is similar to U.S. Standard Atmosphere, with maximum spectral irradiance on black body temperature is 5860 °K.

INTRODUCTION

The atmospheric pollutants such as aerosols, ozone and water vapor play important roles in the study of the Earth's climate system, because they directly interact with the solar radiation and modify the climate. Solar radiation is attenuated when passing through the earth's atmosphere. Therefore, solar radiation measured at the surface of the earth's depends on the amount of water vapor, ozone and mixed gases as well as the qualitative characteristics and concentration of aerosols. One of the important property to know the characteristics of atmospheric pollutants is optical thickness

which is affecting the transfer of radiant energy in the earth's atmosphere. There is a need to know the spectral characteristic of solar irradiances and the extent to which changes in environmental factors affect this energy distribution. In this article, the characteristic of atmospheric pollutants is investigated by means of series of measurements done at Bangi, Malaysia. Atmospheric optical properties such as optical depths, spectral transmittances are retrieved in order to establish some "background" characteristics of the atmospheric conditions over the Bangi atmosphere. Studies on this subject have been conducted by King et al (1977), Dani et al (1999) and Harris. J (1999).

EXPERIMENTAL SET-UP

Studies on the total column atmospheric aerosol optical depth (AOD), total column ozone (TCO) and precipitable water content (PWC) have been conducted at Universiti Kebangsaan Malaysia, Bangi, Selangor, Malaysia (2°55' North, 101°50' East) using Automated Multi Filter Rotating Shadow-band Radiometer (MFRS). This instrument has been installed at the roof top of a building so that no sun ray obstruction by any objects in the hemisphere dome vision of the instrument. Figure 1 shows the experimental set-up of this instrumen. The observations were made from morning till evening (from 7 am till 5 pm) on the days when the sky was nearly free from visible clouds, and none were near the line-of-sight to the sun. The observations were repeated at an interval of about 20 seconds with average time around 40 seconds when the air-mass changes rapidly during the post-sunrise and pre-sunset periods.

The MFRSR is a ground based instrument that use independent interference-filter photodiode detectors and the computer controlled automated rotating shadow-band technique to make spectrally resolved measurements at seven wavelengths of direct-normal, total-horizontal, and diffuse-horizontal irradiances. The three irradiances components are measured with the same detector for a given wavelength. The measurement sequence starts with a measurement made while the band is nadir; this is the total horizontal irradiance. The band is then rotated so that the three measurements are made in sequence. The middle one blocks the sun, to give the diffuse horizontal irradiance, and the other two block strips of the sky 90 to either side.

These side measurement allow for a first order correction for the excess sky blocked by the band when the sun-blocking measurement

is made. Finally, it will use eq.1 to calculate the direct normal component of solar irradiation.

$$I_{total} = I_{diffuse} + \cos(q_z) I_{direct} \dots\dots\dots(1)$$

The MFRS have 7 channels of measurements, except for channel 0, each channel is sensitive for aerosol, Rayleigh, ozone and water vapour absorption. The complete range of solar spectrum measured from MFRS is listed in table below

Table1. MFRS specifications

Channel	Wavelength (nm)	Bandwidth	Sensitivity to
0	300 – 1100	Broadband spectrum	Broadband spectrum
1	413.9	10.5	Aerosol/Rayleigh
2	494.6	9.8	Aerosol/Rayleigh/Ozone
3	612.7	10.7	Aerosol/Rayleigh/Ozone
4	670.8	10.6	Aerosol/Rayleigh/Ozone
5	868.0	11.8	Aerosol/Rayleigh
6	939.1	11.8	Water Vapour

Figure 1. Experimental set-up and data measurement

RETRIEVAL OF AOD, OZONE AND PRECIPITABLE WATER CONTENT

The optical depth of the atmosphere can be determined from the Beer-Bouguer-Lambert law, expressing attenuation (α) of the direct solar beam in the atmosphere in the form:

$$I(l) = I_o(l) e^{-t_l(l) m(q_o)}, \dots\dots\dots(2)$$

where $I(l)$ is the monochromatic solar irradiance reaching the instrument detector at wavelength l ; $I_o(l)$ the irradiance incident on the top of the atmosphere ($\tau = 0$ level) and it can be used to self calibrate the system; $m(q_o)$ the atmospheric air mass, a function of solar zenith angle q_o ; and $t_l(l)$ the optical depth. Taking the natural logarithm of (2) yields

$$\ln I(l) = \ln I_o(l) - t_t(l)m(q_o), \dots\dots\dots(3)$$

and thus a plot of $\ln I(l)$ vs $m(q_o)$ will yield a straight line of slope $-t_t(l)$, and y-intercept of $\ln I_o(l)$, assuming that the optical depth remains constant during the course of observations.

Because the number of air mass is range from 2 to 6 it is sufficient for us to calculate this value by using cosine zenith angle (Iqbal, 1983).

$$m(q_z) = \frac{1}{\cos q_z} \dots\dots\dots(4)$$

The number of air mass from 2 to 6 is corresponding to the position of the sun in the sky where the time series data were taken only from morning to local noon or local noon to afternoon. In our case only the morning till noon time series data were taken due to the cloudy and overcast sky condition in the afternoon.

Figure 2 illustrates a typical Langley plot [$\ln I(\lambda)$ vs $m(q_o)$] which has been obtained for Bangi at five wavelengths (0.4139, 0.4966, 0.6127, 0.6708 and 0.8680 μm) on 24 February 2002. The lines drawn in Fig. 2 represent the best fit to the data in a least – squares sense, with the resulting slopes being the negative of the total optical depths.

The total optical depth of the atmosphere is the sum of the optical depths of its individual components:

$$t_{totl} = t_{ozl} + t_{Rl} + t_{al} + t_{wvl} \dots\dots\dots(5)$$

From the values of total optical depth $t_{tot\lambda}$ and by assuming the water vapor absorption contributed to channel 6 equal to zero one can determine corresponding values of the aerosol optical depth, designated $t_{a\lambda}$, for each day. This is obtained by subtracting from t_{totl} the contribution due to molecular scattering t_{Rl} , known as the Rayleigh optical depth, and the contribution of the ozone

Chappuis absorption band t_{ozl} , known as the ozone optical depth. Thus,

$$t_{al} = t_{totl} - t_{ozl} - t_{Rl} \dots\dots\dots(6)$$

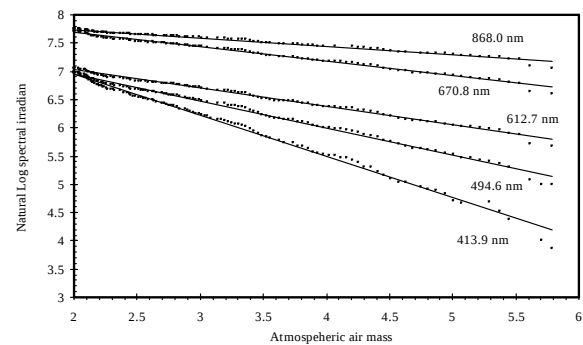


Figure 2. The linear relationship which exists between the log solar irradiance and the atmospheric air mass for stable conditions

The Rayleigh scattering optical depth is a function of surface pressure P , while the ozone optical depth is a function of total ozone content η measured in atm-cm^1 was estimated from the formula as below:

$$t_{Rl} = (P/P_o)0.008735l^{-4.08}, \dots\dots\dots(7)$$

$$\tau_{oz}(\lambda, \eta) = \eta a(\lambda), \dots\dots\dots(8)$$

and thus (6) may be rewritten as

$$t_a(l, p, h) = t_{tot}(l) - (P/P_o)0.008735l^{-4.08} \dots\dots\dots(9)$$

where P is the barometric station pressure and $P_o = 1013.25$ hPa and $a(l)$ are the ozone absorption coefficients per centimeter of pure gas at STP.

The atmospheric turbidity parameters b and a could be derived from the optical thickness due to aerosols $[\tau_a(\lambda)]$ according to Ångström:

$$t_{al} = bl^{-a} \dots\dots\dots(10)$$

where b is the “Ångström Turbidity coefficient” and a is the wavelength exponent which is closely associated to the size of the

¹ 1 atm-cm = 2.687×10^{10} molecules-cm⁻² in a vertical column.

scattering particles and the frequency of their distribution. We can alter the Ångström Turbidity formula into a linear form by taking the logarithm (10)

$$\ln(t_a) = \ln(b) - a \ln(l), \text{ thus(11)}$$

We can determine the value of α and β by the value for aerosol optical depth for each wavelength in a linear regression. The result of this regression give us the species, concentration and transmittance of the aerosol contained in the atmosphere for that particular day.

King and Byrne (1976) who described a mathematical formulation whereby the O_3 absorption optical depths, and hence total ozone content of the atmosphere, could be inferred from spectral variation of total optical depth in the visible and near-infrared wavelength regions. In the Chappuis bands outside of other gaseous absorption bands contributions of aerosols and ozone to total optical depth are the unknowns for each channel. Using the priori knowledge of the spectral behaviour of aerosol optical depth the ozone optical depth can be determined. The basic of this technique is described below:

Assuming a Junge size distribution of the form $n(r) = cr^{-v^*-1}$,(12)

where the radius r extends from 0 to ∞ predicts that

$$t_a = bl^{-v^*+2}, \text{(13)}$$

Note: this is Ångström's empirical formula for the wavelength dependence of aerosol optical depth (see equation 10). Taking the logarithm of (13), this equation becomes

$$\begin{aligned} \log t_a &= \log(b) - (v^* - 2) \log l \\ &= a_0 + a_1 \log(l) \end{aligned} \text{(14)}$$

which is linear when $\log t_a$ is plotted against $\log l$.

In general the aerosol size distribution will neither be Junge nor have radii extending from 0 to ∞ . Both non Junge size distribution and finite radii limits, introduce a slight curvature on a $\log t_a$ vs $\log l$ plot instead of the linear dependence as implied by (14). Since (14) implies no curvature, a second-order term was added, and the observations of $\log t_a(l, P, h)$ calculated from (9) were fitted to a quadratic of the form

$$\log t_a = a_0 + a_1 \log l + a_2 (\log l)^2, \text{(15)}$$

in order to determine the total ozone content η and the coefficient a_0 , a_1 and a_2 .

Maximizing the probability that the $\log \tau_a(l, p, h)$ observations have the functional form of (14) is equivalent to minimizing the statistic χ^2 defined as

$$\chi^2 = \sum_i \frac{1}{S_i^2} \left[\log k_{a1}(l_i, p, h) - a_0 - a_1 \log l_i - a_2 (\log l_i)^2 \right]^2 \text{(16)}$$

Minimizing χ^2 as defined by (16) is equivalent to making a weighted least-squares fit to the data.

In determining the precipitable water vapor (PWV) we only use the channel 6 of MFRSR for wavelength 940-nm.

The basis for retrieving u from measurements of the attenuation of the direct beam irradiance, relies on knowledge of the variation of transmission with u over the 0.94 μm MFRSR channel, and correction for attenuation in this band due to aerosol and molecular scattering.

The modified Langley method was used to retrieve u from MFRSR. The idea behind this method is to assume that the attenuation of the direct beam irradiance follows the Lambert-Beer-Bouguer law for aerosol and

molecular scattering, and power law for water vapour absorption. Thus,

$$r_{0.94} = r_{t,0.94} \exp[-t_{s,0.94}m - k(um)^g] \dots\dots\dots(17)$$

where $r_{0.94}$ is the band integrated direct beam irradiance measured by the MFRSR, $r_{t,094}$ is the (band integrated) top-of-atmosphere irradiance, m is the airmass, $t_{s,094}$ is the optical depth due to aerosol and molecular scattering, u is precipitable water, and k and g are parameters to be determined.

Another, related method can be used to retrieve u using direct beam irradiances from the 0.87 μm (channel 5) and 0.94 μm (channel 6) MFRSR. At 0.87 μm it is assumed that there is negligible water vapour absorption within the band. Then,

$$r_{0.87} = r_{t,0.87} \exp[-t_{s,0.87}m] \dots\dots\dots(18)$$

where $t_{s,0.87}$ is the total optical depth (aerosol + molecular scattering) at 0.87 μm . If we assumed that,

$$t_{s,0.94} = \alpha t_{s,0.87} \dots\dots\dots(19)$$

where α is a constant, then combining (16)-(18) yields, after manipulation

$$\ln\left[\left(\frac{r_{0.94}}{r_{0.87}^a}\right)Q_t\right] = -k(um)^g \dots\dots\dots(20)$$

where,

$$(r_{t,0.87})^a$$

$$Q_t = r_{t,0.94}$$

Q_t is a constant factor for a given instrument (the earth-sun distance variation cancels out), depending only on the in-band solar extraterrestrial irradiance and the factor α

RESULTS AND DISCUSSIONS

The data obtained from Multifilter Rotating Shadowband Radiometer have been calculated. We choose three clear stable measurement representative data. The direct normal, global horizontal and diffuse horizontal spectra were measured on several occasions with the MFRSR.

Data on February, 24th, 25th and 26th 2002 are suitable for Langley analysis due to their clear sky at the morning. These three days data have been filtered using objective algorithms proposed by Harrison et al (1994) and the points that remain are used for a final least-squares regression that yields the total spectral optical depth and extraterrestrial spectral irradiance.

The least-squares regression for three days time series data and the decomposition of the total optical depth for each wavelength yield as shown in tables below;

Table 2: Total optical depth decomposition on 24th February 2002

Wavelength [μm]	Total optical Depth	R^2	Ln ($I_{0\lambda}$)	Ozone absorption coefficient (a)	Total ozone content () (atm-cm)	Ozone column (Ω) (DU)	Optical depth		
							Rayleigh	Ozone	Aerosol
0.4139	0.7310	0.9949	8.3947	0.2374	1.2645	300.20	0.3194	0.0351	0.3765
0.4946	0.4810	0.9959	7.8817	0.2211	0.6251	138.20	0.1544	0.0058	0.3208
0.6127	0.3320	0.9810	7.6944	0.1967	0.2628	51.70	0.0645	0.0142	0.2533
0.6708	0.2548	0.9723	6.8269	0.1722	0.2002	34.48	0.0445	0.0134	0.1969
0.868	0.1450	0.9888	8.0237	0.1224	0.0825	10.10	0.0156	0.0079	0.1215

Table 3: Total optical depth decomposition on 25th February 2002

Wavelength [nm]	Total optical Depth	R^2	$\ln(I_{0\lambda})$	Ozone absorption coefficient (a)	Total ozone content () (atm-cm)	Ozone column (Ω) (DU)	Optical depth		
							Rayleigh	Ozone	Aerosol
0.4139	0.4931	0.9906	8.2206	0.1502	2.0746	311.60	0.3194	0.0365	0.1372
0.4946	0.2803	0.9946	7.7352	0.1160	1.2888	149.50	0.1544	0.0063	0.1196
0.6127	0.1856	0.9903	7.5623	0.1122	0.5339	59.90	0.0645	0.0165	0.1046
0.6708	0.1303	0.9913	8.0844	0.0827	0.5054	41.80	0.0445	0.0163	0.0695
0.868	0.0709	0.9884	7.9678	0.0542	0.2657	14.40	0.0156	0.0112	0.0441

Table 4: Total optical depth decomposition on 26th February 2002

Wavelength [nm]	Total optical Depth	R^2	$\ln(I_{0\lambda})$	Ozone absorption coefficient (a)	Total ozone content () (atm-cm)	Ozone column (Ω) (DU)	Optical depth		
							Rayleigh	Ozone	Aerosol
0.4139	0.4416	0.9991	8.0751	0.1130	2.7850	314.70	0.3194	0.0368	0.0854
0.4946	0.2499	0.9985	7.6457	0.0908	1.6652	151.20	0.1544	0.0063	0.0892
0.6127	0.1663	0.9989	7.4980	0.0876	0.7021	61.50	0.0645	0.0169	0.0849
0.6708	0.1188	0.9957	8.0373	0.7190	0.0590	42.40	0.0445	0.0165	0.0578
0.868	0.0696	0.9867	7.9455	0.0527	0.2732	14.40	0.0156	0.0112	0.0428

$\ln(I_{0\lambda})$ is $\ln(I_{0\lambda})$ (uncalibrated extraterrestrial direct-normal irradiance)

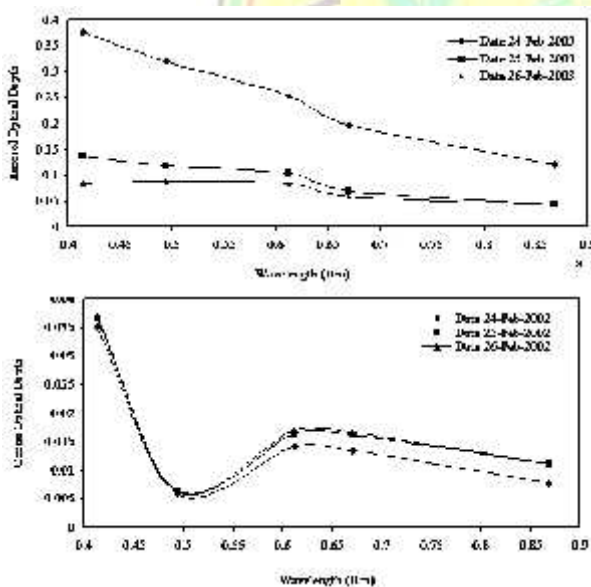


Figure 3. Spectral-temporal variation in (a) AOD, (b) TCO, observed on three clear days

The temporal variations in total AOD at different optical channels of the radiometer and total column ozone are shown plotted in

figure 3 as separate frames (a) and (b). The frame (a) depicts time variations of AOD at different wavelength which clearly indicates more or less a systematic spectral dependence according to classical Mie scattering theory except at the NIR wavelengths. These features can be ascribed to the abundance of fine aerosol particles of continental origin that might have transported from land to oceanic region.

From frame (b), the ozone optical depth also showed gradual increase in the morning hours and decrease towards evening hours with a broad maximum during the afternoon hours, which can be explained on the basis of photochemistry.

Tables 5 displays the mean spectral dependence of AOD and corresponding aerosol size distribution observed on three clear stable days. The spectral variation of

AOD exhibits high AOD at smaller wavelength and vice-versa. This shows the decrease of concentration for bigger

suspended particle. The aerosol concentration distribution for each wavelength is shown in table below;

Table 5: Aerosol Concentration

24 th February 2002		25 th February 2002		26 th February 2002	
Optical depth	Concentration [g/m ³]	Optical depth	Concentration [g/m ³]	Optical depth	Concentration [g/m ³]
0.3765	48.8676	0.1372	31.4131	0.0854	27.6292
0.3208	44.8055	0.1196	30.1279	0.0892	27.9047
0.2533	39.8809	0.1046	29.0352	0.0849	27.5951
0.1969	35.7646	0.0695	26.4734	0.0578	25.6173
0.1215	30.2680	0.0441	24.6178	0.0428	24.5229

From the modified Langley method for retrieving precipitable water content (PWC) at 940-nm channel yields the parameter k and g as shown in table 6. By using the linier regression, the result shows that there is a little variation of precipitable water vapour through the day and that it is reasonable to assume that the precipitable water vapour measured at Bangi is representative of the precipitable water at all other times during the daylight hours.

To determine the species of the aerosol particle, the Ångström Turbidity formula is used to yields the Ångström Turbidity coefficient β and wavelength exponent α . This can be done by linear regression between wavelengths and aerosol optical depths. The results of this linear regression is shown in the table 7.

Table 6 The results of linier regression on Precipitable water (equation 19)

Date	R ²	γ	k
24/02/2002	0.9982	0.3624	0.3243
25/02/2002	0.9951	0.3515	0.2617
26/02/2002	0.9987	0.3541	0.3357

Table 7 The results of linier regression on Ångström Turbidity formula

Date	α	β	R ²
24/02/2002	1.534	0.1248	0.9634
25/02/2002	1.5513	0.0689	0.9115
26/02/2002	0.9889	0.046	0.7656

The results of table 7 above give us an indication that there are smoke and a mix of smoke and sea water vapour during the measurement. This is true where α is bigger than 1.4 for smoke from forest fire (for 24th to 25th February 2002) and for α between 1 to 1.4 is for a mix of smoke from fossil fuel burning and sea water vapour. In fact at that moment of measurement, there were a forest fire around the area due to the dry season. Finally, the average visibility calculated from the data analysis is 28.7 km

CONCLUSION

The results of the analysis of optical data collected using the Multi-Filter Rotating Shadowband Radiometer indicate the following:

- Spectral dependence of AOD with higher values at smaller wavelengths and vice-versa. Greater values of AOD in the

beginning and ending of the days when the air-mass exchange takes place.

- b. There is a little variation of precipitable water vapour through the day of experiment and that it is reasonable to assume that the precipitable water vapour measured at Bangi is representative of the precipitable water at all other times during the daylight hours.

From the result data give an indication that there are smoke and a mix of smoke and sea water vapour during the measurement. These can be proved by the Angstrom parameters.

REFERENCE

- Dani, K. K., Maheskumar R. S., & Devara P. C. 1999. Study of total column atmospheric aerosol optical depth, ozone and precipitable water content over Bay of Bengal during BOBMEX-99. *Earth planet science* 112 (2): 205 – 221.
- Harris, J. 1999. Measurement of aerosol over Santa Barbara with the Multi-Filter Rotating Shadowband Radiometer (MFRSR) (atas talian). http://www.Ices.ucsb.edu/esrg/ess_sum97/student_es.1999/harris/report_harris.html. (09 November 2001).
- Harrison, L. & Michalsky, J. 1994. Objective algorithms for the retrieval of optical depth from ground measurements. *Applied optics*. 33(22): 5126-5132.
- Harrison, L. Michalsky, J. & Berndt, J. 1994b. Automated multifilter rotating shadow-band radiometer: an instrument for optical depth and radiation measurements. *Applied optics*. 33(22): 5118-5125.
- Hilburn, K. A. 2000. Turbidity at Mauna Loa (online). <http://www.coaps.fsu.edu/~hilburn/report/turbml.pdf>. (27 Desember 2002).
- Iqbal, M. 1983. *An Introduction to solar radiation*. Toronto: Academic Press.
- Kambezidis, H. D., Katevatis, E. M., Petrakis, M., Lykoudis, S. & Asimakopoulos, D. N. 1998. Estimate of the Linke and Unsworth-Monteith turbidity factors in the visible spectrum: application for Athens, Greece. *Solar energy*. 62 (1):39-50.
- King, M. D. & Byrne, D. M. 1976. A method for inferring total ozone from the spectral variation of total optical depth obtained with a solar radiometer. *Atmospheric science*. 33(11): 2242-2251.
- King, M. D., Byrne, D. M., Herman, B. M. & Reagan, J. A., 1978. Aerosol size distribution obtained by inversion of spectral optical depth measurement. *Atmospheric science*. 35(11): 2153-2166.
- King, M. D., Byrne, D. M., Herman, B. M. & Reagan, J. A., 1980. Spectral variation of optical depth atmosfera Tucson, Arizona between August 1975 and December 1977. *Applied Meteorology*. 19(6): 724-732.
- Mohd. Yusof. Hj. Othman., Kamaruzzaman Sopian., Baharuddin Yatim. & Mohd. Nor Dalimin. 1993. Data bank: Diurnal pattern of global radiation in the tropics: a case study in Malaysia. *Renewable energy*. 3(6/7): 741-745.
- Prata, A. J. 2000. Precipitable water retrieval from Multi-Filter rotating shadowband radiometer. CSIRO atmospheric research technical paper 47 (online). http://www.dar.csiro.au/publications/prata_2000b.pdf. (10 January 2002).
- Vermote, E. & Kilcoyne, H. 2001. Suspended matter: Visible/infrared imager/radiometer suite algorithm theoretical basic document (online). <http://npoesslib.ipc.noaa.gov/atbd/viirs/Y2390-SusMatter-ATBD-4.pdf>. (01 February 2002).

ISOLASI ENZIM SELULASE DARI PANKREAS KEONG MAS

Sri Hilma Siregar

Jurusan Kimia, Fakultas MIPA dan Ilmu Kesehatan
Universitas Muhammadiyah Riau
Email: srihilma_siregar@yahoo.com

ABSTRACT

Extract the cellulose was prepared by the precipitation method using acetone 50% (v/v) and its protein content was analyzed by Biuret method. The sugar content as the result of the hydrolysis of cellulose was determined by Nelson Somogyi method. After precipitation of the protein enzyme, centrifugation and freeze drying were applied and the specific activity of the enzyme cellulose extract was 0.1012 U/mg protein in optimal condition of pH 4.5 and temperature 45°C, whereas the maximum velocity 32.94 $\mu\text{g/ml/min}$ and K_M value were 0.7279 mg/ml. Respectively the purification fold was 3.58 times and the % recovery was 52.95%.

Key words : Gold Snail, Cellulose

PENDAHULUAN

Keong mas atau siput murbei adalah keong air tawar yang berasal dari Amerika Utara dan Amerika Selatan. Pada tahun 1983, siput ini mulai diperkenalkan di Filipina dengan tujuan untuk meningkatkan produksi pangan, diversifikasi sumber protein, dan sebagai komoditas ekspor.

Modus kehadiran keong mas di Indonesia berbeda dengan di Filipina. Pada awalnya ada diantara penggemar ikan hias yang mengoleksi dan memelihara dengan kepedulian terhadap hewan tersebut. Tingkat kepedulian terhadap keong mas tersebut semakin lama semakin berkurang dan akhirnya terlepas dari upaya budidaya yang terkendali, menyebar di perairan bebas. Keong mas merupakan musuh utama bagi para petani di Indonesia saat ini karena keganasannya merusak tanaman padi di areal persawahan. Keong mas merupakan hewan herbivora yang sangat rakus makan padi muda.

Sewaktu keong mas ditangkap dari sawah, biasanya sebagai sisa makanan masih

tertinggal didalam perut keong mas. Sisa makanan tersebut kurang menguntungkan apabila keong mas diolah untuk dikonsumsi, sehingga perut keong mas dibuang agar tidak ikut dimasak. Padahal dalam getah lambung dan pankreas terdapat enzim yang bermanfaat bagi industri pangan yaitu enzim yang dapat menghidrolisa selulosa menjadi glukosa, sedangkan glukosa merupakan sumber energi bagi hewan tersebut. Isolasi enzim selulase bertujuan untuk mendapatkan enzim selulase yang dapat digunakan untuk mengkonversi selulosa menjadi glukosa dalam industri pangan (11).

Melihat kondisi ini maka dilakukanlah berbagai upaya untuk mengatasinya sekaligus mencari alternatif pemanfaatan keong mas sehingga penulis sangat tertarik untuk meneliti enzim selulase dari pankreas keong mas sehingga diharapkan keong mas dapat bermanfaat bagi kehidupan manusia dan juga dapat mengatasi masalah pencemaran yang disebabkan oleh keong mas.

METODOLOGI PENELITIAN

Bahan yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah Pankreas Keong Mas dan glukosa anhidrat. Alat yang dipergunakan adalah Sentrifuse, Spektrofotometer spektronik 2D dan incubator.

Ekstrak selulase diperoleh dengan metode pengendapan menggunakan aseton dengan konsentrasi 50% (v/v) dan kandungan proteinnya dianalisa dengan metode Biuret. Pengukuran kadar gula reduksi hasil hidrolisis selulase ditentukan dengan metode Nelson Somogyi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Kadar Protein Ekstrak

Untuk mengetahui kadar protein yang terkandung dalam ekstrak pankreas keong mas dilakukan analisa menurut metode Biuret. Dalam hal ini dipakai standar protein dari bovin serum albumin dengan hasil serapan ditunjukkan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Data resapan larutan Bovin Serum Albumin standar dalam berbagai konsentrasi pada kondisi optimum

No	Konsentrasi (mg/ml) (X)	Absorbansi (Y)	X ²	X.Y
1	1,0	0,114	1,0	0,114
2	1,5	0,131	2,25	0,197
3	2,0	0,149	4,0	0,298
4	2,5	0,168	6,25	0,420
5	3,0	0,187	9,0	0,561
6	3,5	0,208	12,5	0,728
7	4,0	0,237	16,0	0,948
8	4,5	0,268	20,25	1,206
9	5,0	0,292	25,00	1,46
∑	∑ X = 27	∑ Y = 1,754	96,25	5,932

Dimana:

X = Konsentrasi BSA mg/ml

Y = Absorbansi

$$b = \frac{n(\sum XY) - (\sum X)(\sum Y)}{n(\sum X^2) - (\sum X)^2}$$

$$b = \frac{9(5,932) - (27)(1,754)}{9(96) - (27)^2}$$

$$b = 0,0446$$

$$a = \frac{\sum X^2 Y - \sum X \sum XY}{n \sum X^2 - (\sum X)^2}$$

$$a = \frac{96(1,754) - 27(5,932)}{9(96) - (27)^2}$$

Sehingga diperoleh persamaan garis regresinya adalah $Y = 0,0611 + 0,0446X$

Sehingga dari persamaan regresi kita dapat menghitung kadar protein dari ekstrak kasar enzim selulase.

1. Kadar protein ekstrak pankreas keong mas sebelum isolasi 2,71 mg/ml
2. Kadar protein ekstrak kasar enzim sesudah isolasi dengan aseton 1,19 mg/ml

Perhitungan Aktivitas Ekstrak Enzim Selulase

Satuan aktivitas suatu enzim dinyatakan dengan unit aktivitas. Sedangkan yang dimaksud dengan satu unit aktivitas ekstrak adalah banyaknya μ mol glukosa yang dihasilkan per ml ekstrak enzim per menit dalam kondisi optimum, dimana 1 unit = 1 μ mol/ml/menit.

$$\begin{aligned} \text{Aktivitas ekstrak enzim} &= \mu\text{mol} / \text{menit} \\ &= 6,078 / 60 \text{ menit} \\ &= 0,1013 \text{ U} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Aktivitas spesifik} &= 0,1013 \text{ U} / 1,203 \text{ mg protein} \\ &= 0,0842 \text{ U/mg protein} \end{aligned}$$

Penentuan Laju Reaksi dan Nilai K_M Ekstrak Kasar Enzim selulase dalam Substrat Selulosa

Nilai K_M ekstrak kasar enzim selulase diperoleh apabila telah diketahui laju reaksi maksimum. Laju reaksi dari hidrolisa substrat selulosa oleh ekstrak ditentukan dengan cara konsentrasi substrat divariasikan sedangkan lama inkubasi dibuat tetap 60 menit, pH optimum 4,5, suhu optimum 45°C. Setelah diperoleh data

resapan disubstitusikan ke persamaan regresi glukosa standar. Hasilnya dibagi lama inkubasi maka diperoleh laju reaksi.

Untuk mendapatkan laju reaksi

maksimum adalah dengan memplotkan data-data $1/[S]$ sebagai absis dan data I/V sebagai ordinat. Data lengkapnya ditunjukkan dalam table di bawah ini.

Tabel 2. Data Resapan dan Laju Aktivitas Ekstrak Enzim Selulase dalam Substrat Selulosa pada kondisi optimum

NO	[S] mg/ml	1/[S] (X)	A	[Glukosa] mg/ml	V	1/V	1/V.1/S
1	0,5	2,0	0,450	0,793	$1,33 \cdot 10^{-2}$	75	150
2	1	1,0	0,536	1,093	$1,82 \cdot 10^{-2}$	54,95	54,95
3	2	0,5	0,810	1,532	$2,5 \cdot 10^{-2}$	40	20
4	3	0,33	0,844	1,602	$2,676 \cdot 10^{-2}$	37,5	12,38
5	4	0,25	0,877	1,668	$2,78 \cdot 10^{-2}$	36,0	9
6	5	0,20	0,888	1,692	$2,82 \cdot 10^{-2}$	35,5	7,1
$\bar{X}$		$\bar{X} = 4,28$				278,95	253,43

$$b = \frac{n(\sum XY) - (\sum X)(\sum Y)}{n(\sum X^2) - (\sum X)^2}$$

$$b = 22,61$$

$$a = \frac{\sum X^2 \sum Y - \sum X \sum XY}{n(\sum X^2) - (\sum X)^2}$$

$$a = 30,36$$

Sehingga :

$$V_{\text{maks}} = 1/a = 1/30,36 = 0,03294 \text{ mg/ml/min}$$

$$= 32,94 \mu\text{g/ml/min}$$

$$\text{Gradien (b)} = K_M / V_{\text{maks}}$$

$$K_M = V_{\text{maks}} \times b$$

$$= 0,03294 \times 22,61$$

$$= 0,7279 \text{ mg/ml}$$

$$K_M = 4,04 \cdot 10^{-3} \text{ M}$$

Perhitungan Tingkat Kemurnian Ekstrak Kasar Enzim Selulase

Guna mengetahui tingkat kemurnian enzim perlu diketahui jumlah volume larutan protein, kandungan protein, kandungan total protein, aktivitas enzim, aktivitas total enzim, dan aktivitas spesifik enzim. Aktivitas total adalah aktivitas ekstrak

enzim persatuan volume dikali dengan volume total larutan protein.

a. Sebelum isolasi dengan penambahan aseton

Kadar protein = 2,713 mg/ml

Volume total larutan protein sebelum isolasi = 300 ml

Dan aktivitasnya = 0,17721 U/ml

Total unit = $0,17721 \text{ U/ml} \times 300 \text{ ml}$
= 53,163 Unit (U)

Aktivitas spesifik = $0,17721 \text{ U /ml} / 2,713 \text{ mg protein / ml}$
= $6,53 \cdot 10^{-2} \text{ U/mg protein}$

b. Sesudah isolasi dengan penambahan aseton 50 %

Kadar protein = 1,203 mg/ml

Volume larutan total = 100 ml

Aktivitasnya = 0,2815 U/ml

Total unit = $0,2815 \text{ U/ml} \times 100 \text{ ml}$
= 28,15 U

Aktivitas spesifik:

= $0,2815 \text{ U/ml} / 1,203 \text{ mg protein /ml}$

= $2,34 \cdot 10^{-1} \text{ U/mg protein}$

Aktivitas spesifik adalah aktivitas total ekstrak enzim dibagi dengan kandungan total protein.

$$\text{Tingkat kemurnian atau Fold} = \frac{\text{aktivitas spesifik sesudah pemurnian}}{\text{aktivitas spesifik sebelum pemurnian}}$$

$$= \frac{2,34.10^{-1} \text{ U/mgprotein}}{6,53.10^{-2} \text{ U/mgprotein}}$$

$$= 3,58 \text{ kali}$$

$$\text{Recovery (\%)} = \frac{\text{Total unit sesudah pemurnian}}{\text{Total unit sebelum pemurnian}} \times 100\%$$

$$= \frac{28,15 \text{ U/mgprotein}}{53,103 \text{ U/mgprotein}} \times 100\%$$

$$= 52,95\%$$

Dari hasil penelitian terjadi peningkatan aktivitas pada ekstrak kasar enzim selulase hasil pengendapan dengan aseton dibandingkan dengan aktivitas ekstrak enzim sebelum diisolasi. Hal ini disebabkan semakin berkurangnya kadar protein yang terkandung dalam ekstrak enzim yang diperoleh semakin murni. Tingkat kemurnian (fold) adalah perbandingan aktivitas spesifik total ekstrak enzim sesudah pemurnian terhadap aktivitas spesifik total sebelum pemurnian. Dari penelitian ini diperoleh 3,58 kali, ini berarti menunjukkan aktivitas spesifik total ekstrak enzim melalui tahap pengendapan dengan aseton mengalami peningkatan kemurnian sebesar 3,58 kali dibandingkan dengan ekstrak kasar enzim sebelum isolasi dan recovery yang didapatkan 52,95%. Ini menunjukkan bahwa tingkat kemurnian belum sesuai dengan apa yang diharapkan yaitu mendekati 100%. Dengan tingginya nilai recovery menunjukkan tingginya tingkat kemurnian enzim selulase.

KESIMPULAN

Dari seluruh hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan mengenai ekstrak kasar enzim

selulase dari ekstrak pankreas keong mas yang menghidrolisis substrat selulosa adalah: Aktivitas spesifik ekstrak kasar enzim selulase hasil isolasi parsial optimum adalah 0,0841 U/mg protein, sedangkan aktivitas enzim selulase pada kondisi optimum 0,1012 U. Laju reaksi maksimum ekstrak kasar enzim selulase dalam substrat selulosa adalah 32,94 µg/ml/min sedangkan nilai KM yang diperoleh adalah 0,7279 mg/ml atau $4,04.10^{-3}$ M. tingkat kemurnian (fold) ekstrak kasar enzim selulase adalah 3,58 kali dan recovery sebesar 52,95 %.

DAFTAR PUSTAKA

- AOAC., "Official Methods of Analysis," 1984., 397-398
- Athel Cornish-Bowden, "Fundamentals of Enzyme Kinetics", Butterworth dan Co. (Publishers)ltd, London,1979.
- Cole,F.E., and King, K.W., "Site of Hydrolisis of Cellulodextrins and Reduced Celludextrins by purified Cellulase Components", Biochemistry, Biophys.Acta, 1964.81:122-129
- Fengel, D. dan Weneger, G., "Kayu Kimia: Ultrastruktur, Reaksi-reaksi", Gajah Mada Universitas Press, Yogyakarta, 1995, hal 437-447.
- Girindra, A., "Biokimia I", PT. Gramedia Pustaka Umum, Jakarta, 1993, hal 33-91.
- Holme, D.J., Peck, H., "Analytical Chemistry", Longman, London, 1983, hal 33-91
- Houston, "Rice Chemistry and Technology", American Association of Cereal Cememist Inc., USA., 1972, page 309

- Pathak, A.N., and Ghose, T.K., "Cellulases-1: Sources, Technology", *Proses Biochemistry* 1973, 8(4):35
- Pathak, A.N., and Ghose, T.K., "Cellulases-2: Sources, Technology", *Proses Biochemistry* 1973, 8(5):20
- Ritzman, M., "Metodologi Isolasi Enzim dan Aktivitasnya", PAU ITB, Bandung, 1991.
- Schimer Sigmund, "Source Book of Food Enzymology", The AVI Publishing Company Inc., Connecticut, USA, 1981.
- Setijo Pitojo, "Petunjuk Pengendalian dan Pemanfaatan Keong Mas", Trubus Agriwidya, Ungaran, 1996, hal 12-15.
- Shahib, M.N., "Pemahaman Seluk Beluk Biokimia dan Penerapa Enzim", PT. Citra Aditya Bakti, Bandung, 1992, hal 1-10.
- Sudarmaji, S., "Prosedur Analisa Untuk Bahan Makanan dan Pertanian", Edisi ke-13, Liberty, Yogyakarta, 1984, hal 32-33.
- Sudjana, "Desain dan Analisa Eksperimen", Penerbit Tarsito, Bandung, 1994.
- Susanto, H., "Siput Murbei Pengendalian dan Pemanfaatannya", Kanisius, Yogyakarta, 1995.
- Tracy I. Storer, "Elements of Zoology", Mc.Graw-Hill Book Company, Inc., California, 1961.
- Winarno, F.G., "Enzim Pangan", Erlangga, Jakarta, 1995, hal 38-39; 62-63.
- Wirahadikusuma, M., "Biokimia: Protein, Enzim, dan Asam Nukleat", ITB, Bandung, 1981, hal 6-9; 40-45.



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. Pengkat 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 bagian
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 12 spasi 1,5 minimal 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 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 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
7. 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 tawaran 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

8. 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).
9. Kepastian pemuatan atau penolakan artikel akan diberitahukan secara tertulis. Penulis yang artikelnya dimuat akan mendapat imbalan berupa nomor bukti pemuatan sebanyak 3 (tiga) eksemplar. Artikel yang tidak dimuat tidak akan dikembalikan, kecuali atas permintaan penulis.
10. Dewan Redaksi tidak bertanggung jawab atas isi dan artikel yang dimuat dan tanggung jawab sepenuhnya dilimpahkan kepada penulis yang bersangkutan.

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 tawaran 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

