



photon

Natural Sains, Technology, Enviromental & Health Journal

Yusbarina, Marlianis

PENURUNAN KADAR LIMBAH LOGAM TIMBAL (PB) DENGAN METODE KHELASI MENGGUNAKAN BELIMBING WULUH 1

Ahmad Kafrawi

PENENTUAN PARAMETER KETEBALAN LAPISAN PROSES ELECTROPLATING PADA ALUMINIUM DAN BAJA 9

Nasution, Putri

Nawangsari, Hendro

Cahyono, Mustaqim

Yessi Alza

HUBUNGAN HIPERGLIKEMIA DENGAN KADAR GLYCERALDEHYDE-3-PHOSPHATE DEHYDROGENASE (GAPDH) PADA PENDERITA DIABETES MELLITUS TIPE 2 19

Zaiyar . Amilia

Linggawati. Muhdarina

PEMBUATAN MEMBRAN HIBRID POLISULFON-LEMPUNG YANG DIKOAGULASI OLEH 2-PROPANOL-AIR DAN APLIKASINYA PADA AIR GAMBUT 27

Juli Widiyanto, Hendro

Basuki

KAJIAN EPIDEMIOLOGI MANAJERIAL PETUGAS SURVEILANS PUSKESMAS YANG BERPENGARUH TERHADAP PELAKSANAAN PENANGGULANGAN LEPTOSPIROSIS (Studi Di Kota Yogyakarta) 35

Yuni Fatisa, Descawella

PENGARUH PENAMBAHAN VITAMIN E TERHADAP KUALITAS SUSU KELAPA (COCONUT MILK) DENGAN VARIASI WAKTU 43

Rahmiwati Hilma,

Jasril, Isnaniar

AKTIVITAS ANTI BAKTERI DAN ANTI JAMUR SENYAWA CALKON(E)-1-(naftalen-1-il)-3-(naftalen)prop-2-1-on 53

Prasetya, Sri Hilma

Siregar

IKATAN SILANG POLIURETAN DARI METILEN -4,4' DIFENILDIIOSIANAT (4,4'-MDI), POLIETILEN GLIKOL 400 (PEG 400), DAN MINYAK BEKAS PENGGORENGAN 61

Wirdati Irma, Nofripa

Herlina

KEANEKARAGAMAN HAYATI TUMBUHAN PAKU (*Pteridophyta*) DI DESA GADING SARI KEC.TAPUNG KAB. KAMPAR PROVINSI RIAU 65

Hasmalina Nasution,

Musyirna Rahmah Nst,

Reza Abdifi

AKTIVITAS ANTIDIABETES EKSTRAK ETANOL DAUN ASAM JAWA (*Tamarindus Indica Linn*) TERHADAP ENZIM ALFA GLUKOSIDASE 71

Fitri

BERAT LAHIR SEBAGAI FAKTOR DOMINAN TERJADINYA STUNTING PADA BALITA (12-59 BULAN) DI SUMATERA (ANALISIS DATA RISKESDAS 2010) 77

JURNAL PHOTON

Terbit Dua Kali Setahun: Oktober dan Mei

ISSN: 977 2087393009

Penanggung Jawab

Dekan FMIPA dan Kesehatan

Ketua Dewan Editor

Yeeri Badrun, M.Si

Sekretari Eksekutif

Sri Hilma Siregar, M.Sc

Dewan Editor:

Elsie, M.Si

Wirdati Irma, M.Si

Yulia Fitri, M.Si

Hasmalina Nasution, M.Si

Jufrizal Syahri, M.Si

Rifa Yanti, M.Biomed

Editor Teknik

Shabri Putra Wirman, M.Si

Prasetya, M.Si

Mitra Bestari

DR. Mubarak (Fisika Faperika – Universitas Riau)

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

DR. Elfis, M.Si (Biologi-Universitas Islam Riau)

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

| | |
|--|-----------|
| PENURUNAN KADAR LIMBAH LOGAM TIMBAL (PB) DENGAN METODE KHELASI MENGGUNAKAN BELIMBING WULUH | 1 |
| PENENTUAN PARAMETER KETEBALAN LAPISAN PROSES ELECTROPLATING PADA ALUMINIUM DAN BAJA | 9 |
| HUBUNGAN HIPERGLIKEMIA DENGAN KADAR GLYCERALDEHYDE-3-PHOSPHATE DEHYDROGENASE (GAPDH) PADA PENDERITA DIABETES MELLITUS TIPE 2 | 19 |
| PEMBUATAN MEMBRAN HIBRID POLISULFON-LEMPUNG YANG DIKOAGULASI OLEH 2-PROPANOL-AIR DAN APLIKASINYA PADA AIR GAMBUT | 27 |
| KAJIAN EPIDEMIOLOGI MANAJERIAL PETUGAS SURVEILANS PUSKESMAS YANG BERPENGARUH TERHADAP PELAKSANAAN PENANGGULANGAN LEPTOSPIROSIS | 35 |
| PENGARUH PENAMBAHAN VITAMIN E TERHADAP KUALITAS SUSU KELAPA (COCONUT MILK) DENGAN VARIASI WAKTU..... | 43 |
| AKTIVITAS ANTI BAKTERI DAN ANTI JAMUR SENYAWA CALKON(E)-1-(naftalen-1-il)-3-(naftalen)prop-2-1-on | 53 |
| IKATAN SILANG POLIURETAN DARI METILEN -4,4' DIFENILDIISOSIANAT (4,4'-MDI), POLIETILEN GLIKOL 400 | 61 |
| KEANEKARAGAMAN HAYATI TUMBUHAN PAKU (Pteridophyta) DI DESA GADING SARI KEC.TAPUNG KAB. KAMPAR PROVINSI RIAU | 65 |
| AKTIVITAS ANTIDIABETES EKSTRAK ETANOL DAUN ASAM JAWA (<i>Tamarindus Indica Linn</i>) TERHADAP ENZIM ALFA GLUKOSIDASE..... | 71 |
| BERAT LAHIR SEBAGAI FAKTOR DOMINAN TERJADINYA STUNTING PADA BALITA (12-59 BULAN) DI SUMATERA (ANALISIS DATA RISKESDAS 2010)..... | 77 |
| PANDUAN BAGI PENULIS JURNAL PHOTON..... | 89 |

PENURUNAN KADAR LIMBAH LOGAM TIMBAL (Pb) DENGAN METODE KHELASI MENGGUNAKAN BELIMBING WULUH (*Averrhoa Bilimbi*)

Yusbarina^{*)}, Marlianis

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

^{*)} Email: yusbarina_7@yahoo.com

ABSTRAK

Logam-logam pada umumnya dapat membentuk ikatan dengan bahan-bahan organik alami maupun buatan melalui atom karbon, gugus karboksilat dan atom-atom yang mempunyai elektron bebas dalam senyawa organik sehingga membentuk kompleks koordinasi. Penelitian ini bertujuan untuk melihat pengaruh konsentrasi dan waktu pencampuran belimbing wuluh terhadap penurunan kadar limbah simulasi logam timbal (Pb). Variasi konsentrasi belimbing wuluh yaitu 15%, 30%, dan 45%. Variasi waktu pencampuran yaitu 30 menit dan 60 menit. Sampel limbah simulasi logam timbal (Pb) dengan konsentrasi 10 ppm dicampurkan dengan larutan belimbing wuluh 15%, 30%, dan 45% selama 30 menit dan 60 menit dan dianalisa menggunakan AAS. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan bahwa larutan belimbing wuluh dapat menurunkan kadar logam Pb yang terdapat dalam limbah simulasi. Dengan penurunan tertinggi yaitu 52,06% pada sampel yang dicampur dengan belimbing wuluh pada konsentrasi 45% dan pada waktu pencampuran 60 menit. Konsentrasi belimbing wuluh dan waktu pencampurannya mempengaruhi penurunan kadar logam Pb yang terdapat dalam limbah simulasi. Semakin tinggi konsentrasi belimbing wuluh dan semakin lama pencampurannya maka semakin besar penurunan kadar logam Pb dalam limbah simulasi.

Kata kunci : Logam Pb, Belimbing wuluh, Khelasi

1. PENDAHULUAN

Timbal (Pb) adalah logam berat yang dapat terakumulasi di dalam lingkungan, tidak dapat terurai secara biologis dan bersifat toksik. Toksisitas Pb dapat merusak organ tubuh dan menurunkan kecerdasan pada anak. Logam Pb dapat masuk ke dalam tubuh melalui makanan, minuman dan pernapasan. Sumber cemaran Pb di dalam makanan dapat berasal dari polusi udara, pencemaran tanah dan air. Dari beberapa penelitian, ditemukan adanya cemaran Pb di dalam berbagai sampel bahan makanan dengan berbagai level kontaminan.

Perkembangan industri yang begitu pesat di daerah Riau, menyebabkan kekhawatiran

terhadap kualitas bahan makanan disekitar kita. Banyak penelitian yang meneliti tentang dampak pencemaran lingkungan terhadap bahan makanan. Salah satunya adalah penelitian yang dilakukan oleh Erlangga (2009). Dalam penelitiannya terbukti bahwa dalam air, sediman, dan organ ikan Baung (insang dan ginjal) tercemari logam berat Pb dan Cd. Walaupun belum melampaui ambang batas, tetapi keberadaan logam ini dalam tubuh sangat berbahaya karena dapat menumpuk dalam tubuh dalam jangka waktu yang lama sebagai racun. Penelitian yang dilakukan oleh Sri Wulandari dkk (2009) memberikan informasi bahwa sungai siak telah tercemari oleh logam berat Pb.

Tercemarnya bahan makanan di sekitar kita menjadi kekhawatiran untuk mengkonsumsinya. Untuk itu perlu adanya pencegahan dan penjagaan agar makanan yang dikonsumsi aman dari logam berat. Hal ini sudah banyak yang melakukannya, diantaranya penelitian oleh Fitri Indah Sari dan S. keman (2010). Dari hasil penelitiannya, dengan menambahkan larutan asam cuka pada daging kerang biru maka kadar logam berat Kadmium (Cd) berkurang dari sebelumnya. Hal yang sama juga dilakukan oleh Dra. Fatimah Nisma. M.Si dan DR. Yusnidar Yusuf. M.Si yaitu dengan menambahkan air perasan jeruk nipis dalam kerang hijau untuk menurunkan kadar logam Pb, Cd, dan Cu.

Upaya menurunkan kadar logam berat pada makanan banyak dilakukan dengan penambahan bahan organik (buatan dan alami). Pada penelitian ini, menggunakan bahan organik alami yaitu buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi*) yang secara tradisional telah digunakan oleh masyarakat sebagai bahan tambahan makanan dan obat-obatan. Belimbing wuluh sangat mudah didapatkan, namun belum dimanfaatkan secara maksimal. Belimbing wuluh masih banyak terbuang begitu saja.

Bahan organik ini bertindak sebagai sekuestran yang dapat mengikat logam dalam bentuk ikatan kompleks sehingga dapat mengalahkan sifat dan pengaruh jelek logam tersebut dalam bahan makanan. Proses pengikatan logam merupakan proses keseimbangan pembentukan ion kompleks logam dengan sekuestran (senyawa pengkelat). Artinya proses ini dipengaruhi oleh konsentrasi senyawa yang ada. Secara umum keseimbangan ini dapat ditulis sebagai berikut:



Keterangan:

L = ion logam

S = sekuestran (ligan)

LS = kompleks logam-sekuestran

(Tri Marwati, 2005)

Banyak penelitian yang membuktikan bahwa konsentrasi suatu pengkelat mempengaruhi penurunan kadar logam berat. Diantaranya penelitian oleh Teguh Sastra Setiawan (2012) pada logam Pb dan Cd dalam udang dengan perendaman dengan jeruk nipis dan jeruk lemon dengan konsentrasi 50% dan 100% selama 30 menit. Dalam penelitian terjadi penurunan setelah perendaman dengan konsentrasi 50% dan 100%. Kadar awal logam Pb dalam sampel 0,67 ppm, setelah perendaman dengan jeruk nipis 50% kadarnya 0,4 ppm dan pada perendaman dengan konsentrasi 100% kadarnya 0,35 ppm. Begitu juga dengan jeruk lemon, pada perendaman dengan konsentrasi 50% kadarnya 0,42 ppm dan pada konsentrasi 100 ppm kadarnya 0,34 ppm.

Belimbing wuluh mengandung asam sitrat, yang mana asam sitrat ini termasuk ke dalam asam organik lemah. Asam sitrat termasuk zat pengikat logam yang merupakan zat penstabil dalam pengolahan bahan makanan. Asam sitrat mengikat logam dalam bentuk senyawa kompleks sehingga dapat mengalahkan sifat dan pengaruh jelek logam yang terdapat dalam bahan makanan.

Untuk melihat pengaruh konsentrasi dan waktu perendaman, maka digunakan limbah simulasi yang memiliki kadar logam Timbal (Pb) yang tinggi sebagai sampel. Limbah simulasi merupakan limbah larutan yang dibuat di laboratorium dari larutan timbal $[Pb(NO_3)_2]$.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah peralatan gelas yang lazim digunakan

di laboratorium penelitian kimia analitik, dan spektrofotometri serapan atom perkin elmer.

Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah aquades, asam nitrat, $Pb(NO_3)_2$, larutan belimbing wuluh, dan limbah simulasi timbal 10 ppm.

Prosedur Kerja

Pembuatan Limbah Simulasi Timbal (Pb)

Limbah simulasi yang akan digunakan adalah limbah simulasi Timbal dengan konsentrasi 10 ppm.

- a. Larutan Induk Timbal 1000 ppm
Ditimbang 1,598 gram $Pb(NO_3)_2$ kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur 1000 ml dan ditambah aquades sampai tanda batas.
- b. Larutan limbah simulasi Timbal dengan konsentrasi 10 ppm
Diambil sebanyak 1 ml larutan induk Timbal 1000 ppm dan dimasukkan kedalam labu ukur 100 ml. Kemudian ditambahkan dengan aquades sampai dengan tanda batas.

Pembuatan ekstrak belimbing wuluh dengan berbagai konsentrasi

Buah belimbing wuluh dicuci bersih. Kemudian dipotong kecil – kecil dan dimasukkan ke dalam juice extractor dan diekstrak tanpa penambahan air. Hasilnya disaring sebanyak dua kali.

- a. Larutan ekstrak belimbing wuluh 15%
15 ml ekstrak buah belimbing wuluh dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL dan ditambahkan dengan aquades sampai tanda batas dan dihomogenkan.
- b. Larutan ekstrak belimbing wuluh 30%
30 ml ekstrak buah belimbing wuluh dimasukkan ke dalam labu ukur 100 ml, kemudian ditambahkan dengan aquades sampai tanda batas dan dihomogenkan.

- c. Larutan belimbing wuluh 45%
45 ml ekstrak buah belimbing wuluh dimasukkan ke dalam labu ukur 100 ml, kemudian ditambahkan dengan aquades sampai tanda batas dan dihomogenkan.

Khelasi Logam Timbal (Pb) dengan Belimbing Wuluh

Masing – masing sebanyak 20 mL sampel limbah simulasi logam Timbal (Pb) dengan konsentrasi 10 ppm berturut – berturut dicampurkan dengan larutan belimbing wuluh 15% selama 30 menit (sampel I), larutan belimbing wuluh 15% selama 60 menit (sampel II), larutan belimbing wuluh 30% selama 30 menit (sampel III), larutan belimbing wuluh 30% selama 60 menit (sampel IV), larutan belimbing wuluh 45% selama 30 menit (sampel V), larutan belimbing wuluh 45% selama 60 menit (sampel VI). Setiap 10 menit dilakukan pengadukan agar konsentrasi larutan belimbing wuluh merata. Kemudian diukur kadar logam Timbal (Pb) dalam limbah simulasi dengan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA).

Pengukuran kadar logam Timbal (Pb) di dalam Limbah Simulasi

Untuk mengukur konsentrasi logam Timbal (Pb) di dalam limbah simulasi dilakukan dengan SSA dimana metode pengukurannya mengacu pada SNI 06-6989.8-2004.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemilihan belimbing wuluh sebagai sekustran dalam penelitian ini disebabkan belimbing wuluh sudah sejak lama digunakan oleh masyarakat sebagai bumbu masak dan mudah didapat. Serta belum dimanfaatkan secara maksimal. Belimbing wuluh banyak terbuang begitu saja, padahal belimbing ini

dapat digunakan sebagai sequestran yang mengikat logam berbahaya dalam makanan.

Belimbing wuluh yang digunakan adalah belimbing dengan tingkat kematangan yang cukup, tidak terlalu muda dan tidak terlalu tua (lihat pada gambar 1).



Gambar 1. Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi*)

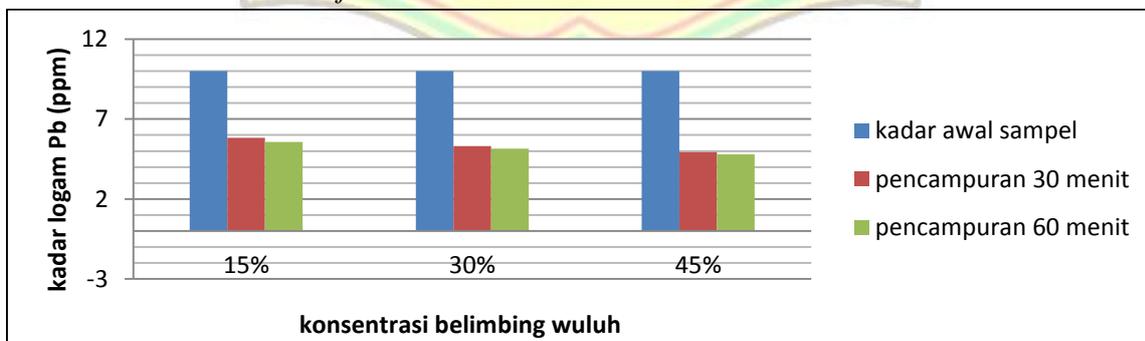
Adapun kandungan dari buah belimbing wuluh adalah asam format, asam sitrat, asam askorbat (Vitamin C), saponin, tanin, glukosid, flavonoid, dan beberapa mineral terutama kalsium dan kalium dalam bentuk kalium sitrat dan kalsium oksalat. Rasa asam dari buah belimbing wuluh berasal dari senyawa asam yang terkandung dalamnya yaitu asam format, asam sitrat, dan asam askorbat.

Proses pembuatan ekstrak buah belimbing diawali dengan pencucian. Belimbing yang sudah dicuci dipotong kecil dan dimasukkan kedalam *juice extractor*

tanpa menambahkan air. Air tidak digunakan karena kandungan air belimbing sudah cukup tinggi. Pengupasan juga tidak dilakukan karena kulit buah belimbing sangat tipis. Selanjutnya buah belimbing dihancurkan dengan *juice extractor* untuk diambil sarinya. Pada pembuatan ekstrak buah belimbing dilakukan penyaringan sebanyak dua kali yang bertujuan memisahkan sari buah dengan ampas yang terbawa pada saat penghancuran. Setelah di dapat ekstrak belimbing wuluh dilanjutkan dengan pembuatan ekstrak belimbing wuluh dengan konsentrasi 15%, 30%, dan 45% .

Pemilihan tiga konsentrasi yaitu 15%, 30%, dan 45% agar dapat melihat seberapa besar pengaruh konsentrasi belimbing wuluh dalam penurunan kadar logam Pb, dengan membandingkan penurunannya dalam setiap konsentrasi. Konsentrasi ini diambil karena tidak terlalu tinggi sehingga tidak terlalu asam. Jika terlalu asam, ini akan mempengaruhi cita rasa jika diaplikasikan ke dalam bahan makanan.

Nilai penurunan kadar logam berat Pb dalam limbah simulasi setelah diberi perlakuan pencampuran dengan perasan belimbing wuluh dengan konsentrasi 15%, 30%, 45% dan waktu pencampuran 30 menit dan 60 menit dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 2. Kadar Logam Pb dalam sampel setelah khelasi dengan belimbing wuluh

Gambar 2 di atas menunjukkan bahwa pencampuran limbah simulasi dengan belimbing wuluh dengan konsentrasi 15%, 30%, dan 45% pada waktu 30 menit dan 60 menit mampu menurunkan kadar logam Pb dalam limbah simulasi masing-masing berturut-turut 5,8334 ppm (sampel I), 5,5750 ppm (sampel II), 5,3167 ppm (sampel III), 5,1479 ppm (sampel IV), 4,9271 ppm

(sampel V), 4,7938 ppm (sampel VI). Penurunan kadar logam Pb ini dapat kita ketahui setelah membandingkan kadar logam Pb sebelum pencampuran dengan belimbing wuluh dengan kadar logam Pb setelah pencampuran dengan belimbing wuluh. Data lengkap dapat dilihat pada tabel 1 berikut ini

Tabel 1. Penurunan Kadar Logam Pb dalam sampel

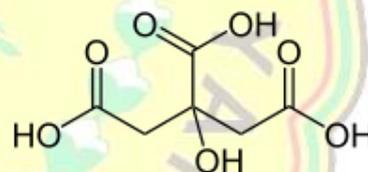
| No | Sampel | Kadar Pb sebelum pencampuran (ppm) | Kadar Pb setelah pencampuran (ppm) | % penurunan kadar Pb (ppm) |
|----|------------|------------------------------------|------------------------------------|----------------------------|
| 1 | Sampel I | 10 | 5,8334 | 41,67% |
| 2 | Sampel II | 10 | 5,5750 | 44,25% |
| 3 | Sampel III | 10 | 5,3167 | 46,83% |
| 4 | Sampel IV | 10 | 5,1479 | 48,52% |
| 5 | Sampel V | 10 | 4,9271 | 50,73% |
| 6 | Sampel VI | 10 | 4,7938 | 52,06% |

Tabel 1 di atas menunjukkan keefektifan metode khelasi menggunakan belimbing wuluh dalam menurunkan kadar logam Pb. Penurunan kadar logam Timbal (Pb) dengan metode khelasi ini sudah melebihi 50%.

Yang berperan sebagai pengkelat dalam belimbing wuluh ini adalah asam sitrat. Hal ini dikarenakan logam berat berikatan dengan atom yang memiliki ion bebas, sedangkan asam sitrat memiliki empat elektron bebas pada kompleks (pengikat logam). Terjadinya reaksi antara zat pengikat logam dengan ion logam melalui ikatan koordinasi menyebabkan ion logam kehilangan sifat ionnya dan mengakibatkan logam berat tersebut kehilangan sebagian besar toksisitasnya.

Asam sitrat mempunyai 4 pasang elektron bebas pada molekulnya yaitu pada gugus karboksilat yang dapat diberikan pada ion logam sehingga menyebabkan terbentuknya ion kompleks yang dengan

mudah larut dalam air (Teguh S, 2012). Struktur asam sitrat dapat dilihat di bawah ini:



Gambar 3. Struktur Asam Sitrat

Keasaman asam sitrat didapatkan dari tiga gugus karboksil COOH yang dapat melepas proton dalam larutan. Jika hal ini terjadi, ion yang dihasilkan adalah ion sitrat. Sitrat sangat baik digunakan dalam larutan penyangga untuk mengendalikan pH larutan. Ion sitrat dapat bereaksi dengan banyak ion logam membentuk garam sitrat. Selain itu, sitrat dapat mengikat ion-ion logam dengan pengkelatan.

Logam-logam pada umumnya dapat membentuk ikatan dengan bahan-bahan organik alam maupun bahan-bahan organik buatan. Proses pembentukan ikatan tersebut

dapat terjadi melalui pembentukan garam organik dengan gugus karboksilat seperti misalnya asam sitrat, tartarat, dan lain-lain.

Di samping itu, logam dapat berikatan dengan atom-atom yang mempunyai elektron bebas dalam senyawa organik sehingga terbentuk kompleks (Palar. H, 2004).

Selanjutnya dilakukan uji statistik anova dua arah untuk mengetahui pengaruh konsentrasi dan waktu pencampuran belimbing wuluh terhadap penurunan kadar logam Pb dalam sampel. Hasil uji anova dua arah dapat dilihat pada tabel 2 di bawah ini:

Tabel 2.

Tabel Ringkasan Anova dari Pengaruh Konsentrasi Belimbing Wuluh terhadap Penurunan Kadar Logam Pb

| Jumlah Variasi | dk | Jumlah kuadrat | Rata-Rata Kuadrat | F _{hitung} | F _{tabel} | |
|----------------|----|----------------|-------------------|---------------------|--------------------|------|
| | | | | | 1% | 5% |
| Antar kelompok | 2 | 2,1457 | 1,0729 | 4433,4711 | 6,93 | 3,86 |
| Dalam kelompok | 12 | 0,0029 | 0,000242 | | | |
| Total | 14 | 2,1486 | | | | |

Berdasarkan hasil data di atas F_{hitung} lebih besar dari F_{tabel} baik pada taraf signifikan 1% maupun 5%, sehingga H_a diterima dan H₀ ditolak. Ini berarti bahwa konsentrasi belimbing wuluh mempengaruhi penurunan kadar logam Pb dalam sampel. Dengan diterimanya H_a perlu dilakukan uji pasca Anova untuk melihat konsentrasi mana yang berbeda atau yang baik yang mempengaruhi penurunan kadar logam Pb. Hasilnya diketahui bahwa

konsentrasi yang baik dalam menurunkan kadar logam Pb adalah konsentrasi 45%.

Yang menyebabkan semakin menurunnya kadar logam Pb oleh kenaikan konsentrasi adalah kandungan asam sitratnya. Kita ketahui bahwa asam sitratlah yang bertindak sebagai pengkelat logam Pb. Jika semakin tinggi konsentrasi belimbing wuluh maka kandungan asam sitratnya akan semakin banyak dan semakin banyak pula logam berat Pb yang terikat

Tabel 3.

Tabel Ringkasan Anova dari Pengaruh Waktu Pencampuran Belimbing Wuluh terhadap Penurunan Kadar Logam Pb

| Jumlah Variasi | dk | Jumlah kuadrat | Rata-Rata Kuadrat | F _{hitung} | F _{tabel} | |
|----------------|----|----------------|-------------------|---------------------|--------------------|------|
| | | | | | 1% | 5% |
| Antar kelompok | 1 | 0,157 | 0,157 | 648,7603 | 9,33 | 4,75 |
| Dalam kelompok | 12 | 0,0029 | 0,000242 | | | |
| Total | 13 | 0,1599 | | | | |

Dari data tabel 3 di atas terlihat bahwa terjadi perbedaan yang signifikan antara F_{hitung} dengan F_{tabel} baik pada taraf 1% maupun pada taraf 5%. Apabila F_{hitung} lebih besar dari F_{tabel} maka H_a diterima dan H₀ ditolak. Dengan diterimanya H_a berarti adanya pengaruh yang diberikan oleh

lamanya waktu pencampuran terhadap penurunan kadar logam Pb dalam sampel. Selanjutnya dilakukan uji pasca Anova untuk melihat perbedaan antara waktu pencampuran. Dan hasilnya bahwa waktu pencampuran yang mempunyai perbedaan dan yang baik dalam menurunkan kadar

logam Pb adalah waktu pencampuran 60 menit.

Hal ini dikarenakan, semakin lama waktu pencampuran atau perendaman maka logam berat Pb akan semakin banyak terikat oleh pengkelatnya. Karena dengan semakin lamanya waktu pencampuran ini, kesempatan pengkelat semakin besar untuk mengikat logam berat Pb.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan bahwa larutan belimbing wuluh dapat menurunkan kadar logam Pb yang terdapat dalam limbah simulasi. Dengan penurunan tertinggi yaitu 52,06% pada sampel yang dicampur dengan belimbing wuluh pada konsentrasi 45% dan pada waktu pencampuran 60 menit. Konsentrasi belimbing wuluh dan waktu pencampurannya mempengaruhi penurunan kadar logam Pb yang terdapat dalam limbah simulasi. Semakin tinggi konsentrasi belimbing wuluh dan semakin lama pencampurannya maka semakin besar penurunan kadar logam Pb dalam limbah simulasi.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Aditya Rahman.2006. Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) pada Beberapa Jenis Krustasea Di Pantai Batakan dan Takisung Kabupaten Tanah Laut Kalimantan Selatan. Bioscientiae. Vol.3, No.2
- Ahmad, Rukaesih. 2004. Kimia Lingkungan. Yogyakarta: ANDI
- Anis Nuraini, Lilis Sulistyorini. 2006. Perbandingan Penurunan Kadar Pb pada Kupang Awung (Mytilus viridis) dengan Menggunakan Perendaman Asam Asetat 25% dan Aqua. Jurnal Kesehatan Lingkungan Vol.2, No.2
- Annisa Fillaeli. (tanpa tahun). Cemaran Logam Pb dalam Makanan. Jurusan Pendidikan kimia FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta
- Anonim. Asam sitrat. http://id.wikipedia.org/wiki/Asam_sitrat, 9/11/2012
- Anonim, Bahan Pengikat Logam pada Makanan, <http://sienvisgirl.wordpress.com/2011/05/30/bahan-pengikat-logam-pada-makanan-sekuestran/> 9/11/2012
- Darmono. 1995. Logam dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup. Jakarta: UI Press
- Dewi Nugraha Wati, dkk. 2009. Pemanfaatan Buah Belimbing Wuluh (Averrhoa bilimbi) Sebagai Cairan Akumulator Secara Alami dan Ramah Lingkungan. <http://dewinugrahawati.blog.uns.ac.id/files/2010/05/document.pdf>. 29/01/2013
- Erlangga. 2007. Efek Pencemaran Perairan Sungai Kampar di Provinsi Riau terhadap Ikan Baung (Hemibagrus nemurus). Skripsi. Bogor: Sekolah Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor
- Fitri Indah Sari dan S. keman. 2005. Efektifitas Larutan Asam Cuka untuk Menurunkan Kandungan Logam Berat Cadmium dalam Daging Kerang Bulu. Jurnal Kesehatan Lingkungan, Vol.1, No.2
- Lingga, Pinus. 2000. Bertanam Belimbing. Jakarta: Penebar Swadaya
- Palar, H. 2004. Pencemaran & Toksikologi Logam Berat. Jakarta: Penerbit RinekaCipta
- Sri Wulandari. 2005. Identifikasi Bakteri Pengikat Timbal (Pb) pada Sedimen di Perairan Sungai Siak. Jurnal Biogenesis Vol. 1(2):62-65

- Sudijono, Anas. 2008. Pengantar Statistik Pendidikan. Jakarta: PT RajaGrafindo Persada
- Supriyanto C, et al. 2007. Analisis Cemaran Logam Berat Pb, Cu, dan Cd Pada Ikan Air Tawar dengan Metode Spektrometri Nyala Serapan Atom (SSA). Jurnal Seminar Nasional III SDM Teknologi Nuklir Yogyakarta
- Tarzan Purnomo, Muchyiddin.2007. Analisis Kandungan Timbal (Pb) pada Ikan Bandeng (*Chanos chanos* Forsk.) di Tambak Kecamatan Gresik. Neptunus, Vol. 14, No. 1
- Teguh Sastra Setiawan. 2012. The Effectiveness of Various Types of Orange (*Citrus* Sp.) to the Reduction of Pb (Lead) and Cd (Cadmium) Heavy Metals Concentration on White Shrimp (*Panaeus Marguiensis*), LenteraBio Vol.1 No.1
- Tri Marwati, et al. 2005. Pemucatan Minyak Daun Cengkeh dengan Metode Khelasi menggunakan Asam sitrat. Jurnal Teknologi Industri Pertanian Vol 17(2)
- Yongki Kastanya Luthana. Asam Sitrat. <http://www.scribd.com/doc/24470723/Asam-SITRAT>. 29/01/2013
- Samsuri., M. Gozan., R. Mardius., M. Baiquni., H. Hermansyah., A. Wijanarko., B. Prasetya dan Nasikin. 2007. Pemanfaatan Selulosa Bagas untuk Produksi Ethanol Melalui Sakarifikasi dan Fermentasi Serentak dengan Enzim Xylanase. Jurnal Makara Teknologi. 11(1). Hlm 17-24.
- Sumarmi. 2006. Botani dan Tinjauan Gizi Jamur Tiram Putih. Jurnal Inovasi Pertanian4(2). Hlm 124-130.
- Suriawiria, Unus. 2001. Sukses Beragrobisnis Jamur Kayu. Jakarta.. 2002. Budidaya Jamur Tiram. Yogyakarta: Kanisius.
- Tjitrosoepomo, G. 2010. Taksonomi Tumbuham Obat-Obatan. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Wiardani, I. 2010. Budidaya jamur Konsumsi. Yogyakarta: Lili publisher.
- Winarni,I dan U. Rahayu. 2002. Pengaruh Formulasi Media Tanam dengan Bahan Dasar Serbuk Gergaji terhadap Produksi Jamur Tiram Putih (*Peurotus ostreatus*).Jurnal Matematika, Sain dan Teknologi. 3(2). Hlm 20-27.

PENENTUAN PARAMETER KETEBALAN LAPISAN PROSES ELECTROPLATING PADA ALUMINIUM DAN BAJA (Studi Kasus: Industri Kecil Pelapisan Logam di Pekanbaru)

Ahmad Kafrawi Nasution, Putri Nawangsari, Hendro Cahyono, Mustaqim

Jurusan Teknik Mesin, FT - Universitas Muhammadiyah Riau
Jurusan Teknik Mesin, FT - Universitas Riau
Email: ucokafrawi@yahoo.com

ABSTRAK

Proses perlakuan permukaan dapat dimanfaatkan untuk memperbaiki tampilan dari sebuah logam, satu diantaranya adalah proses pelapisan (*electroplating*). Untuk mendapatkan tampilan yang bagus dengan waktu yang efektif, parameter pelapisan sangat menentukan. Untuk itu dilakukan penentuan parameter ketebalan lapisan logam paduan aluminium AA5051 dengan waktu pencelupan 30, 40, 50 dan 60 menit dengan tegangan 3 dan 10 Volt. Sedangkan logam *plain carbon steel* dengan waktu pencelupan 30, 40, 50 dan 60 menit dengan tegangan 3 dan 8 Volt. Dari parameter di atas diperoleh rata-rata laju ketebalan pelapisan untuk logam paduan aluminium AA5051 yang tertinggi 1.40 μm per menit (30 menit pada 10 Volt) dan terendah adalah 1.00 μm per menit (40 menit pada 3 Volt). Dan untuk logam *plain carbon steel* yang tertinggi 1.77 μm per menit (60 menit pada 4 Volt) dan terendah adalah 0.35 μm per menit (40 menit pada 4 Volt).

Kata kunci: perlakuan permukaan, elektroplating, parameter pelapisan, ketebalan lapisan

1. PENDAHULUAN

Maraknya modifikasi suku cadang kendaraan membuat industri kecil pelapisan logam di Pekanbaru kebanjiran pesanan. Hasil survey (Mustaqim dan Cahyono, H., 2012) yang dilakukan di industri kecil pelapisan logam di Pekanbaru kewalahan melayani pesanan dalam usaha memperbaiki sifat fisik (tampilan) suku cadang kendaraan. S, R. Sudigdo et al. 2002, mengatakan di dunia industri, bukan hanya kekuatan produk yang diinginkan pasar, tetapi penampilan logam yang menarik akan sangat membantu terhadap keberhasilan produk di pasaran. Permasalahan yang sering dihadapi oleh industri kecil pelapisan logam di Pekanbaru yaitu tidak dapat memprediksi waktu yang diperlukan untuk melapisi suatu komponen

dengan ketebalan tertentu, akibatnya mereka sulit untuk menjanjikan kapan suatu komponen tersebut selesai atau yang dikenal dengan istilah “estimasi waktu produksi”. Hal ini berdampak kepada tingkat kepercayaan konsumen kepada industri kecil tersebut jika sedang kebanjiran pesanan.

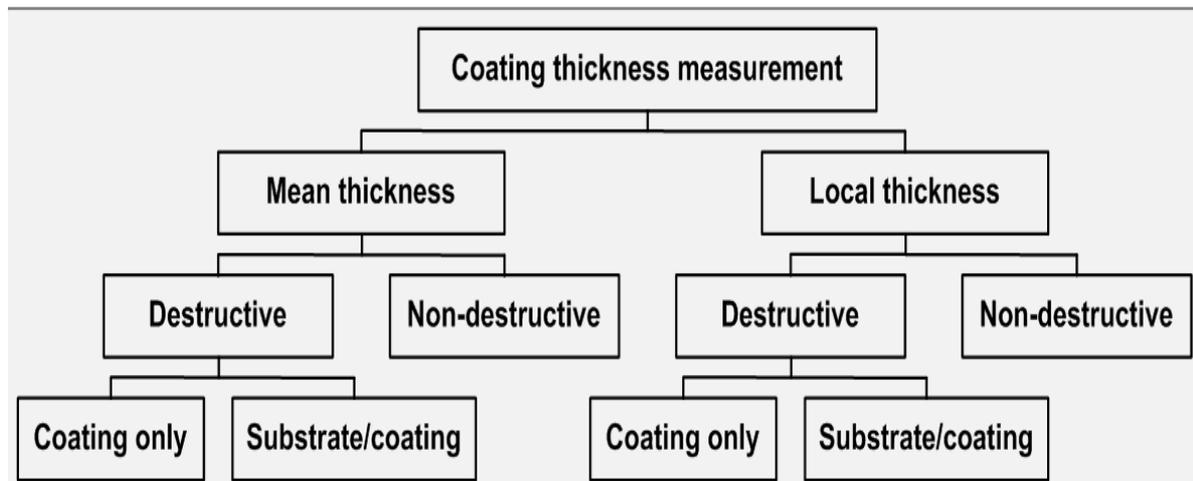
Pelapisan logam merupakan bagian dari proses perlakuan permukaan (*surface treatment*). Pada pelaksanaan perlakuan permukaan tergantung pada tujuan yang ingin dicapai. Umumnya tujuan dari perlakuan permukaan antara lain untuk meningkatkan ketahanan aus dengan jalan memperkeras permukaan, meningkatkan ketahanan korosi (*corrosion resistance*) dan meningkatkan unjuk rupa (*performance*) [5]. Sedangkan proses untuk meningkatkan unjuk

rupa banyak sekali, satu diantaranya adalah electroplating.

Proses electroplating pada dasarnya sama dengan proses korosi dimana dua elektroda (anoda dan katoda) terhubung dengan arus listrik dan dicelupkan ke dalam larutan yang mengandung elektrolit. Proses seperti ini dikenal juga dengan proses elektrolisa dimana terjadi reaksi oksidasi dan reduksi. Logam yang akan dilapisi adalah katoda dan logam pelapis menjadi anoda. Dengan adanya arus listrik maka elektron akan mengalir melalui elektroda positif (anoda) menuju elektroda negatif (katoda) bersamaan dengan ion-ion logam yang berasal dari elektrolit membentuk lapisan dipermukaan logam yang akan dilapisi. Lapisan yang terbentuk bergantung banyak faktor diantaranya adalah; temperatur, kerapatan arus, waktu, komposisi larutan, agitasi,

throwing power, konduktivitas dan pasivitas [7].

Biasanya ketebalan lapisan yang terbentuk relatif tidak seragam sehingga nilai ketebalan merupakan nilai rata-rata dari beberapa lokasi pengukuran. Metode pengukuran ketebalan diklasifikasikan sebagai pengukuran merusak (destructive) dan pengukuran tidak merusak (non-destructive) seperti diperlihatkan pada gambar 1. Penelitian ini dilakukan pengukuran dengan cara merusak dan menggunakan metoda berdasarkan mikroskop optik. Pengukuran ketebalan dengan metoda mikroskop optik dilakukan berdasarkan foto yang telah diambil, selanjutnya dibandingkan dengan ketebalan yang diketahui berdasarkan pembesaran yang digunakan pada pengamatan dari foto tersebut menggunakan prangkat lunak analisis gambar (ImageJ 1.47, USA) [3-4, 7].



Gambar 1. Teknik pengukuran ketebalan lapisan logam [7].

2. METODOLOGI PENELITIAN

Tempat Penelitian

Proses *electroplating* dilakukan di industri kecil pelapisan logam di Pekanbaru, sedangkan untuk pengambilan foto ketebalan lapisan dengan menggunakan *scanning electron microscope* (SEM) dilakukan di

Laboratorium Logam Institut Teknologi Bandung.

Material dan Parameter Penelitian

Paduan aluminium AA5051 variasi tegangan 3 dan 10 Volt untuk waktu pencelupan 30, 40, 50 dan 60 menit.

Plain carbon steel variasi tegangan 3 dan 8 Volt untuk waktu pencelupan 30, 40, 50 dan 60 menit.

Bahan Penelitian

Pelapisan Nikel, larutan yang digunakan sebagai elektrolit dengan komposisi sebagai berikut:

- Nikel sulfat : 250 gr/liter
- Nikel chloride : 60 gr/liter
- Boric acid : 40 gr/liter
- Brightener 07 : 3 cc
- Brightener 06 : 30 cc

Pelapisan Khrom, larutan yang digunakan sebagai elektrolit dengan komposisi sebagai berikut:

- Chromis acid (CrO₃) : 200 gr/liter
- H₂SO₄ : 0,7 ml/liter
- WR-1 (katalis cair) : 5 ml

Alat Penelitian

| | | |
|----------------|------------------|------------------------------|
| A. Alat poles | D. Bak plating | E. Stop watch |
| B. Rectifier | E. Bak pembersih | F. Jangka sorong |
| C. Pemanas air | F. Agitator | G. Miskroskop elektron (SEM- |

| | | |
|--|--|------|
| | | EDS) |
|--|--|------|

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Komposisi kimia material penelitian hasil dari pengukuran menggunakan energy dispersive spectroscopy (EDS) ditampilkan pada tabel 1 dan 2, sedangkan struktur mikro dari kedua material tersebut diperlihatkan pada gambar 2.

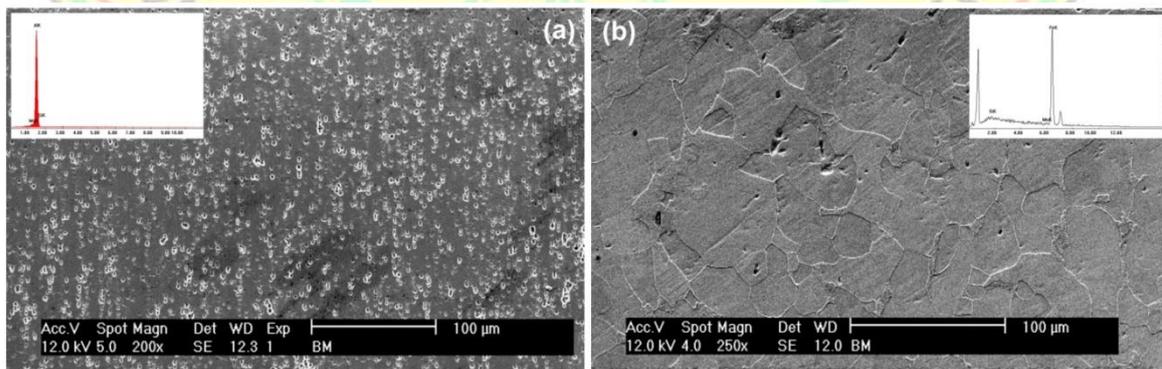
Tabel 1.

Komposisi kimia paduan aluminium (wt.%)

| Materials | Mg | Si | Al |
|--|------|------|------|
| <i>Wrought aluminum alloys</i> AA5051 | 2.19 | 0.58 | Bal. |

Tabel 2. Komposisi kimia baja karbon (wt.%)

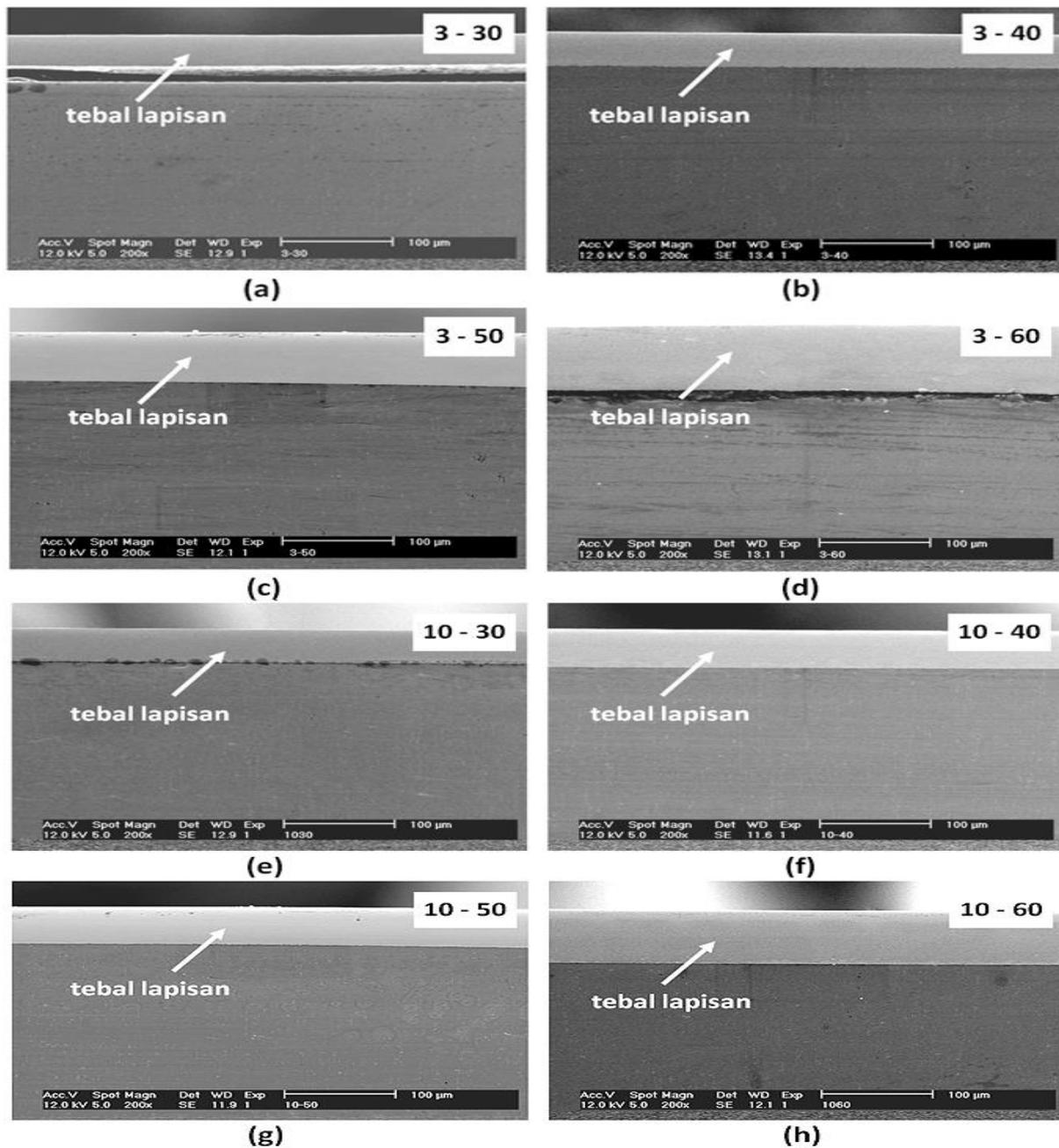
| Material | C | Mn | Si | P | S | Fe |
|---------------------------|------|------|------|---|---|------|
| <i>Plain carbon steel</i> | 0.28 | 1,06 | 0,62 | - | - | Bal. |



Gambar 2. Struktur mikro (a) paduan aluminium AA5051 (b) *plain carbon steel*

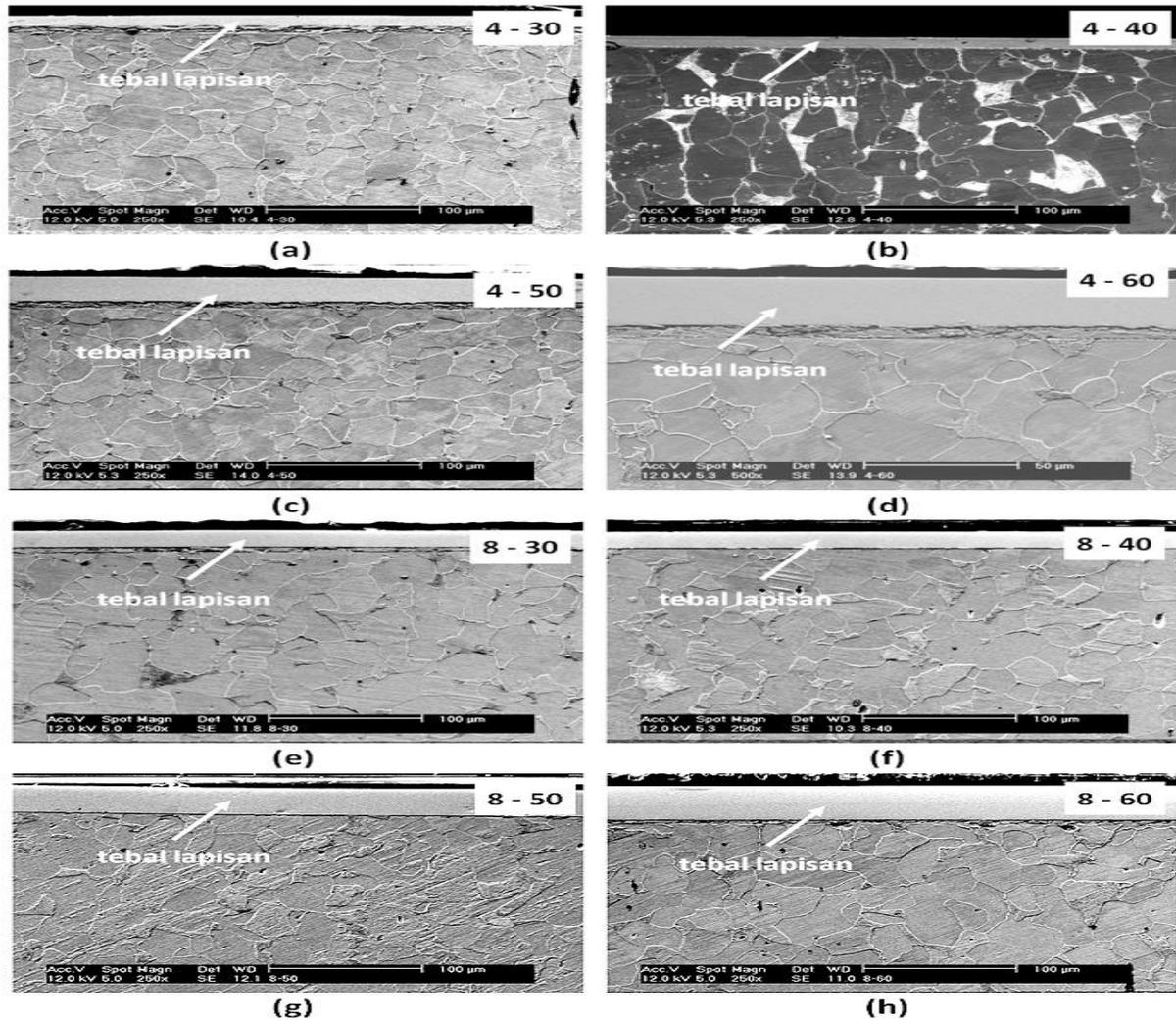
Pengukuran ketebalan dengan metoda mikroskop optik dilakukan berdasarkan foto yang telah diambil menggunakan SEM

berdasarkan parameter yang telah ditentukan. Adapun foto dari masing-masing sampel dapat dilihat pada gambar 3 dan 4



Gambar 3. Ketebalan lapisan pada paduan aluminium AA5051

a) 3 Volt - 30 menit, b) 3 Volt - 40 menit, c) 3 Volt - 50 menit, d) 3 Volt - 60 menit
 e) 10 Volt - 30 menit, f) 10 Volt - 40 menit, g) 10 Volt - 50 menit, h) 10 Volt - 60 menit.



Gambar 4. Ketebalan lapisan pada *plain carbon steel*

a) 4 Volt - 30 menit, b) 4 Volt - 40 menit, c) 4 Volt - 50 menit, d) 4 Volt - 60 menit
 e) 8 Volt - 30 menit, f) 8 Volt - 40 menit, g) 8 Volt - 50 menit, h) 8 Volt - 60 menit.

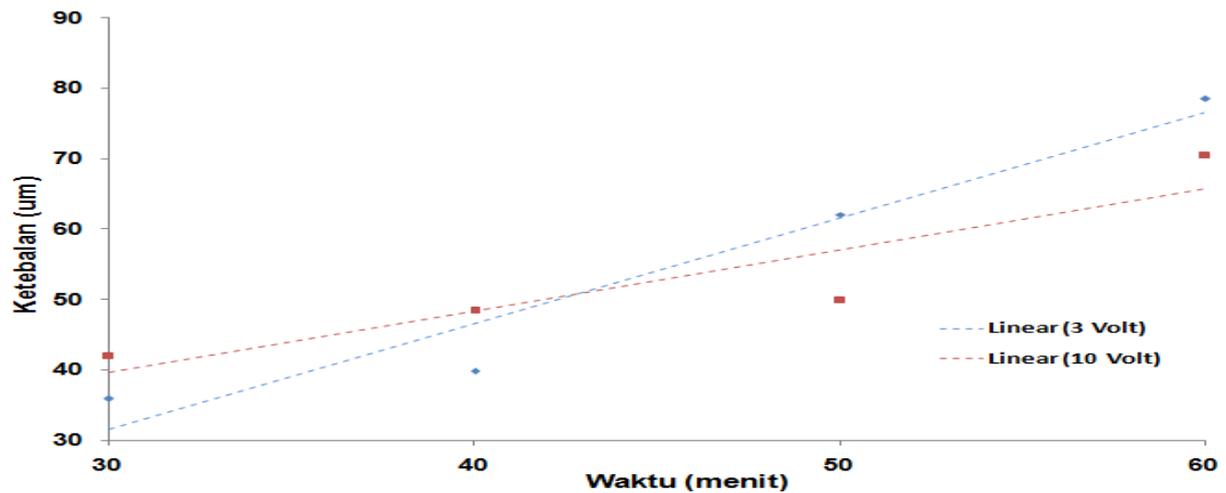
Ketebalan lapisan diukur berdasarkan foto dari gambar 3 dan 4 dengan melakukan pengamatan pada setiap spesimen. Untuk masing-masing spesimen diambil beberapa kali lokasi pemotretan dan setiap lokasi pemotretan dilakukan di sepuluh titik pengukuran, sehingga diperoleh harga rata-rata ketebalan pengukuran dan deviasi

standar. Nilai distribusi rata-rata ketebalan lapisan pada paduan aluminium AA5051 dan plain carbon steel dapat dilihat pada tabel 3 dan 4. Berdasarkan nilai rata-rata ketebalan lapisan dan waktu dari masing-masing material selanjutnya diplot grafik dan dilakukan linierisasi pada grafik tersebut seperti gambar 5 dan 6.

Tabel 3. Ketebalan pelapisan masing-masing sampel paduan aluminium AA5051

| Sampel | ketebalan pelapisan (μm) | SD* | Sampel | ketebalan pelapisan (μm) | SD* |
|--------|--------------------------|--------|--------|--------------------------|-------|
| 3-30 | 35.91 | ±2.34 | 10-30 | 41.96 | ±0.74 |
| 3-40 | 39.84 | ±2.30 | 10-40 | 48.35 | ±0.67 |
| 3-50 | 62.07 | ±9.27 | 10-50 | 49.90 | ±3.95 |
| 3-60 | 78.50 | ±15.20 | 10-60 | 70.42 | ±0.79 |

* SD = standard deviation

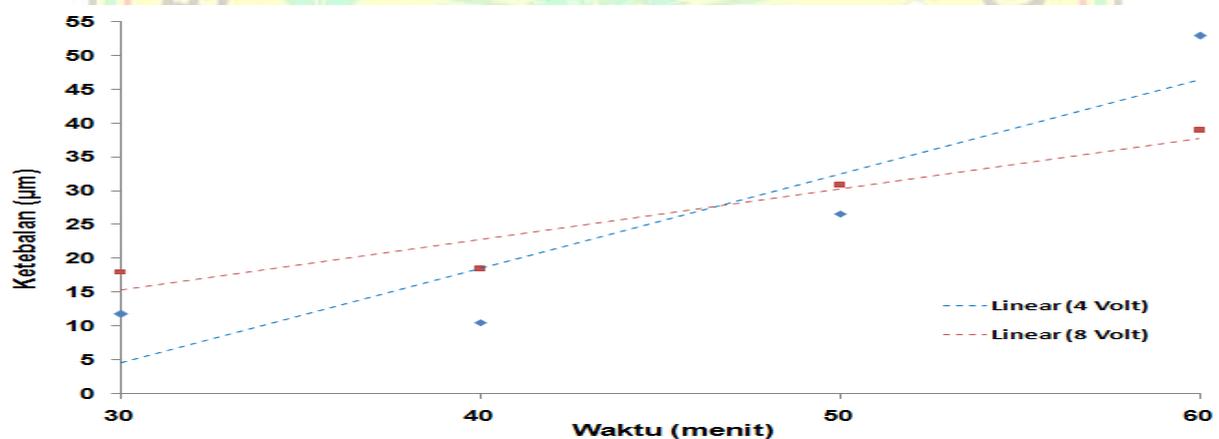


Gambar 5. Grafik linierisasi waktu dan ketebalan untuk paduan aluminium AA5051

Tabel 4. Ketebalan pelapisan masing-masing sampel *plain carbon steel*

| Sampel | ketebalan pelapisan (µm) | SD* | Sampel | ketebalan pelapisan (µm) | SD* |
|--------|--------------------------|-------|--------|--------------------------|-------|
| 4-30 | 11.80 | ±0.70 | 8-30 | 18.10 | ±0.66 |
| 4-40 | 10.54 | ±0.48 | 8-40 | 18.45 | ±0.38 |
| 4-50 | 26.64 | ±0.55 | 8-50 | 30.88 | ±0.70 |
| 4-60 | 52.95 | ±2.06 | 8-60 | 38.97 | ±0.80 |

* SD = standard deviation



Gambar 6. Grafik linierisasi waktu dan ketebalan untuk plain carbon steel.

Jika dilihat dari unjuk rupa lapisan pada material paduan aluminium AA5051, yang bagus terjadi pada waktu pencelupan mulai dari 40 menit dengan tegangan 3 volt dan 10 volt. Sedangkan untuk material *plain carbon steel* mulai dari 50 menit dengan tegangan 4 volt dan 8 volt.

Penelitian sebelumnya (Afandi, Arif et al. 2009) menyatakan bahwa ketebalan

berbanding lurus dengan waktu dan arus yang berbeda dengan variasi tegangan 4.5, 6 dan 7.5 Volt untuk waktu pencelupan 10, 20, 30 dan 40 menit, penelitian ini diperoleh grafik dengan tren yang sama dimana memperlihatkan hubungan ketebalan dan waktu berbanding lurus. Dengan penerapan parameter pelapisan elektroplating terlihat pada grafik waktu dan ketebalan untuk kedua

material (Gbr. 3 dan 4) masih memperlihatkan garis linier atau berbanding lurus. Untuk paduan aluminium AA5051 dan plain carbon steel pada tegangan 10 Volt grafik terlihat lebih landai dibandingkan dengan tegangan 3 Volt.

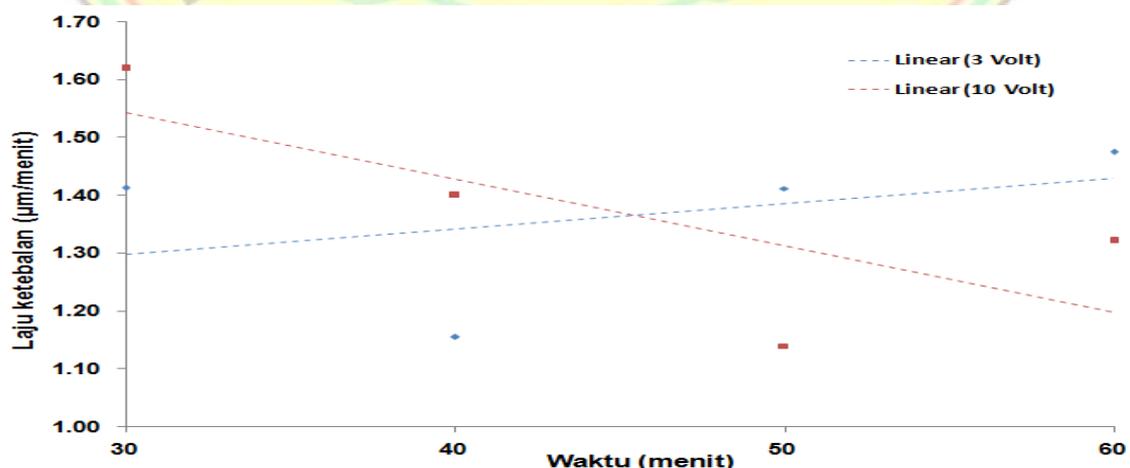
Perhitungan rata-rata laju ketebalan lapisan paduan aluminium AA5051 sebesar $1.40 \mu\text{m}$ per menit dengan waktu 30 menit pada tegangan sebesar 10 Volt dan yang terendah adalah $1.00 \mu\text{m}$ per menit dengan 40 menit pada tegangan sebesar 3 Volt. Rata-rata laju ketebalan lapisan material plain carbon steel sebesar $1.77 \mu\text{m}$ per menit dengan waktu 60 menit pada tegangan sebesar 4 Volt dan yang terendah adalah $0.35 \mu\text{m}$ per menit dengan 40 menit pada tegangan sebesar 4 Volt, hasil ini ditampilkan pada gambar 7 dan 8.

Jika dilihat dari unjuk rupa lapisan pada material paduan aluminium AA5051, yang bagus terjadi pada waktu pencelupan mulai dari 40 menit dengan tegangan 3 volt dan 10 volt. Sedangkan untuk material plain carbon steel mulai dari 50 menit dengan tegangan 4 volt dan 8 volt.

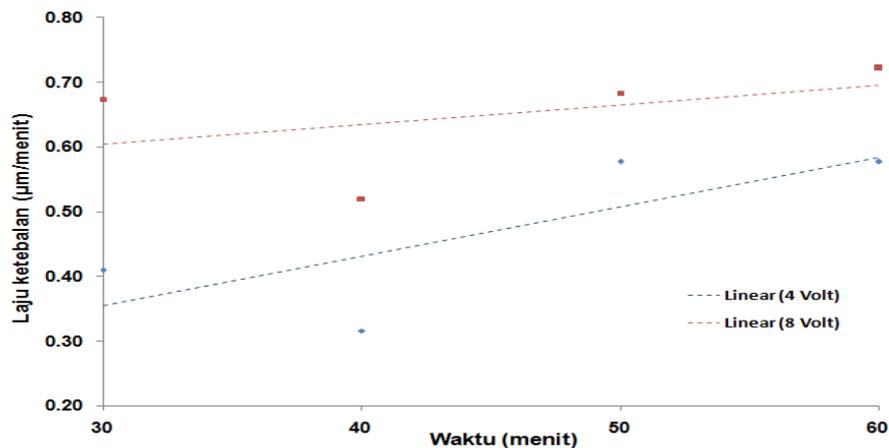
Penelitian sebelumnya (Afandi, Arif et al. 2009) menyatakan bahwa ketebalan

berbanding lurus dengan waktu dan arus yang berbeda dengan variasi tegangan 4.5, 6 dan 7.5 Volt untuk waktu pencelupan 10, 20, 30 dan 40 menit, penelitian ini diperoleh grafik dengan tren yang sama dimana memperlihatkan hubungan ketebalan dan waktu berbanding lurus. Dengan penerapan parameter pelapisan elektroplating terlihat pada grafik waktu dan ketebalan untuk kedua material (Gbr. 3 dan 4) masih memperlihatkan garis linier atau berbanding lurus. Untuk paduan aluminium AA5051 dan plain carbon steel pada tegangan 10 Volt grafik terlihat lebih landai dibandingkan dengan tegangan 3 Volt.

Perhitungan rata-rata laju ketebalan lapisan paduan aluminium AA5051 sebesar $1.40 \mu\text{m}$ per menit dengan waktu 30 menit pada tegangan sebesar 10 Volt dan yang terendah adalah $1.00 \mu\text{m}$ per menit dengan 40 menit pada tegangan sebesar 3 Volt. Rata-rata laju ketebalan lapisan material plain carbon steel sebesar $1.77 \mu\text{m}$ per menit dengan waktu 60 menit pada tegangan sebesar 4 Volt dan yang terendah adalah $0.35 \mu\text{m}$ per menit dengan 40 menit pada tegangan sebesar 4 Volt, hasil ini ditampilkan pada gambar 7 dan 8.



Gambar 7. Grafik waktu dan laju ketebalan untuk paduan aluminium AA5051



Gambar 8. Grafik waktu dan laju ketebalan untuk plain carbon steel.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa di atas dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- Ketebalan lapisan untuk paduan aluminium dan baja yang terjadi tergantung pada parameter pelapisan yaitu waktu dan tegangan yang diberikan.
- Berdasarkan hasil unjuk rupa lapisan yang baik untuk material paduan aluminium AA5051 dimulai dari waktu pencelupan 40 menit dengan tegangan 3 dan 10 Volt. Sedangkan untuk plain carbon steel dengan waktu pencelupan 50 menit dengan tegangan 4 Volt dan 8 volt.
- Laju ketebalan lapisan untuk paduan aluminium AA5051 yang tertinggi 1.40 µm per menit (waktu pencelupan 30 menit dan tegangan 10 Volt) sedangkan yang terendah adalah 1.00 µm per menit (waktu pencelupan 40 menit dan tegangan 3 Volt).
- Laju ketebalan lapisan untuk material plain carbon steel yang tertinggi 1.77 µm per menit (waktu pencelupan 60 menit dan tegangan 4 Volt) sedangkan yang terendah adalah 0.35 µm per menit (waktu pencelupan 40 menit dan tegangan 4 Volt).

Adapun rekomendasi yang dapat disampaikan pada pengerajin industri pelapisan logam di Pekanbaru adalah sebagai berikut:

- Parameter pelapisan yang dapat digunakan untuk melapisi paduan aluminium AA5051 sebaiknya dengan tegangan 3 atau 10 Volt, waktu pencelupan adalah 45 menit. Sedangkan untuk melapisi material plain carbon steel sebaiknya waktu pencelupan 50 menit untuk tegangan 4 dan 8 Volt.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Achanta, G., Modzelewska, A., Feng, L., Khan, S.R., Huang, P., 2006, "A Boronic-chalcone Derivative Exhibits Potent Anticancer Activity through Inhibition of the Proteasome", *Molecular Pharmacology*, **70(1)**, 426-433.
- Afandi, Arif et al., 2009, Rancang Bangun Dan Optimalisasi Elektroplating, Tugas Akhir, Program Studi Diploma III Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro, Semarang.
- Cahyono, H., 2012, Analisa Pelapisan Paduan Aluminium Dengan Metode Elektroplating Untuk Waktu Pencelupan 30, 40, 50, dan 60 menit, Tugas Akhir, Program Studi Teknik

- Mesin Universitas Muhammadiyah Riau, Pekanbaru.
- Kanani, N., 2004, *Electroplating: Basic Principles, Processes and Practice*, Elsevier Ltd, The Netherlands, Amsterdam.
- Mustaqim, 2012, Pengaruh Variasi Tegangan Dan Waktu Pencelupan Proses Elektroplating Pada Baja Terhadap Ketebalan Lapisan Krom, Tugas Akhir, Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Riau, Pekanbaru.
- Suratman, R., 1994, *Panduan Proses Perlakuan Panas*, Lembaga Penelitian Institut Teknologi Bandung, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- S, R. Sudigdo, H. Enang Suma A., Agus Solehudin, 2002, Optimasi Kondisi Proses Pada Pelapisan Logam Nikel Dekoratif (Elektroplating) Untuk Meningkatkan Kualitas Produk Industri Kecil Pelapisan Logam, *Jurnal Torsi*, Volume II, No. 2, Oktober 2002, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung.
- Suarsana, I Ketut, 2008, Pengaruh Pelapisan Nikel Pada Tembaga Dalam Pelapisan Khrom Dekoratif Terhadap Tingkat Kecerahan Dan Ketebalan Lapisan, *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin CAKRAM*, Vol. 2 No. 1, Juni 2008, hal 48-60, Jurusan Teknik Mesin Universitas Udayana, Bali.



HUBUNGAN HIPERGLIKEMIA DENGAN KADAR GLYCERALDEHYDE-3-PHOSPHATE DEHYDROGENASE (GAPDH) PADA PENDERITA DIABETES MELLITUS TIPE 2

Yessi Alza

Email: yessi.alza77@gmail.com

ABSTRACT

Diabetes mellitus (DM) is a group of metabolic disease with characteristic hyperglycemia. Glycosylated hemoglobin (HbA1C) > 7% indicated uncontrolled DM. Hyperglycemia causes excessive production of free radicals that trigger oxidative stress. Oxidative stress is caused primarily by superoxide anion mitochondrial DNA would undermine the core so that it will activate PARP. PARP is activated would inhibit the activity of GAPDH in the glycolytic pathway. Inhibited glycolysis pathway will lead to reactions that formed splinter polyol pathway, increased PKC and increased hexosamine pathway. The research design was cross sectional comparative study, conducted in Internal Medicine Department of Dr. M.Djamil Hospital in Padang, Biomedical Laboratory of Medical College, Chemical Laboratory of College of Mathematics and Physical Sciences Andalas University. The total number of samples are 70, divided into two group, consist of 35 people cases and 35 people controlled. ELISA method was used for examination of GAPDH activity. The research results are activity GAPDH in patients with T2DM in lower that the non DM, but not statistically significant. Regression correlation analysis for relationship between fasting blood sugar with the activity of GAPDH denoted weak correlation, $r = 0,179$ ($p=0,139$), and the relationship of blood glucose levels 2 hours post prandial with GAPDH levels in patients with T2DM obtained a weak correlation with r values = 0.039 ($p = 0.749$). The research conclusion are there is no significant difference between GAPDH activity in patients with T2DM and non DM, there is a weak relationship between hyperglycemia with GAPDH activity.

Key words: Diabetes Mellitus Type 2, Hyperglycemia, Glyceraldehyde-3- Phosphate Dehydrogenase

1. PENDAHULUAN

Diabetes melitus (DM) merupakan suatu penyakit yang menjadi ancaman utama bagi kesehatan umat manusia pada abad 21. Berdasarkan perkiraan yang dibuat oleh World Health Organization (WHO) bahwa pada tahun 2000 jumlah pengidap diabetes melitus di atas umur 20 tahun berjumlah 150 juta orang dan dalam kurun waktu 25 tahun kemudian, pada tahun 2025, jumlah ini akan membengkak menjadi 300 juta orang. Data terakhir dari WHO menunjukkan bahwa terdapat kecendrungan peningkatan prevalensi DM yang lebih tinggi di negara-

negara Asia Tenggara termasuk di Indonesia. Secara klinis DM dibedakan menjadi DM tipe 1 (DMT1) dan DM tipe 2 (DMT2). Kasus yang terbanyak adalah DMT2, yang merupakan masalah besar dibidang kesehatan. Di Indonesia, jumlah penderita DMT2 pada tahun 2000 adalah 8,4 juta orang dan diperkirakan jumlah ini akan meningkat pesat menjadi 21,3 juta orang pada tahun 2030 (Wild and Sicree, 2004)

Besarnya dampak yang ditimbulkan oleh DMT2 selain disebabkan oleh semakin tingginya prevalensi DMT2 juga diakibatkan oleh berbagai komplikasi yang

ditimbulkannya. Komplikasi DMT2 berupa penyakit kardiovaskuler, penyakit pembuluh darah perifer, stroke, kebutaan dan gagal ginjal yang sangat mengurangi kualitas hidup sehingga akan melambungkan biaya kesehatan pada masyarakat terkait, DMT2 dapat mengenai segala lapisan masyarakat, segala strata ekonomi, semua golongan umur baik pria maupun wanita (Alberti et al., 2007), bahkan dilaporkan DMT2 merupakan penyebab kematian nomor 6 di Amerika Serikat pada tahun 2002 dan peringkat ke 5 di seluruh dunia. (Fauci et al., 2008)

Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas), 2007 Indonesia diketahui bahwa penyebab kematian akibat DM pada kelompok usia 45-54 tahun di daerah perkotaan menduduki ranking ke-2 yaitu 14,7%. Dan daerah pedesaan, DM menduduki ranking ke-6 yaitu 5,8%. Sedangkan dari data Departemen Kesehatan, jumlah pasien DM yang dirawat inap maupun rawat jalan di rumah sakit menempati urutan I dari seluruh penyakit endokrin.. Hal ini tidak hanya karena prevalensinya yang semakin meningkat, tapi juga karena DM menyebabkan kerusakan hampir pada seluruh jaringan tubuh. Dari seluruh penderita DM tingkat kekerapan DMT1 sekitar 10-20% dan DMT2 adalah 80-90% (Suyono, 2006)

Diabetes mellitus adalah keadaan dimana terjadi peningkatan kadar glukosa plasma dari nilai normalnya yaitu ≥ 200 mg/dl pada pemeriksaan glukosa darah sewaktu atau ≥ 126 mg/dl pada saat puasa. Dalam membicarakan DM pasti tidak lepas dengan istilah hiperglikemia. Hiperglikemia disebabkan kelainan sekresi insulin atau gangguan kerja dari insulin (Rand and Murray, 2001; Johansen et al., 2005).

Kadar glukosa tinggi didalam sel akibat hiperglikemia terlibat dalam pembentukan radikal bebas (ROS). Tingginya kadar glukosa didalam sel akan menyebabkan

kerusakan pada DNA mitokondria. Kerusakan ini akan mengaktifasi poly (ADP-ribose) polymerase (PARP). Peningkatan aktivitas PARP pada DMT2 telah dilaporkan oleh Yerizel E pada tahun 2011. Aktivasi PARP akan menghambat aktivitas glyceraldehyde-3-phosphate dehidrogenase (GAPDH).

Glyceraldehyde-3-phosphate dehidrogenase (GAPDH) adalah enzim yang mengkatalisis gliseraldehid-3-fosfat menjadi 1,3 bisfosfoglisarat pada jalur glikolisis. Dengan terhambatnya aktivitas GAPDH, maka jalur glikolisis akan terganggu. Terganggunya jalur glikolisis maka pembentukan energi akan terhambat dan juga menimbulkan beberapa mekanisme reaksi sempalan (single unifying mechanism), yaitu melalui peningkatan polyol pathway flux, peningkatan ekspresi reseptor untuk advanced glycation end product (AGEs), peningkatan aktivitas dari jalur hexosamine, dan peningkatan aktivasi isoform protein kinase C (PKC). (Du Xueliang, et al 2003)

Jalur polyol diperankan oleh enzim aldose reduktase. Enzim ini mampu mengubah aldehid yang toksik menjadi alkohol inaktif. Pada konsentrasi glukosa yang sangat tinggi. Glukosa ini akan diubah menjadi sorbitol dan akhirnya menjadi fruktosa. Mekanisme ini membutuhkan donor nicotinamide adenine dinucleotide phosphate hidrogenase (NADPH). NADPH diketahui berperan sebagai antioksidan melalui system glutation. Dengan demikian konsentrasi glukosa tinggi memperparah stres oksidatif yang terjadi pada sel (Du Xuelling et al, 2003)

Pembentukan AGEs dimulai dengan pembentukan produk glikosilasi awal. Glikosilasi non enzimatik diawali dengan menempelnya glukosa pada gugus asam amino, berlanjut dengan serangkaian reaksi

dengan hasil terbentuknya Amadori products, dan selanjutnya berakhir sebagai AGEs yang bersifat ireversibel. (Du Xueliang, et al. 2003)

Hiperglikemia dapat juga meningkatkan diacylglycerol (DAG) dan kenaikan DAG akan meningkatkan aktivitas PKC. Aktivasi PKC isoform β menyebabkan perubahan fungsi sel vaskuler melalui aktivasi fosfolipase A2. Dapat disimpulkan bahwa semua mekanisme reaksi sempalan tersebut diatas bersifat aterogenik sehingga mempercepat timbulnya komplikasi DM. (Giaccio F, Brownlee M, 2010)

Rumusan masalah penelitian ini adalah: Apakah ada hubungan hiperglikemia terhadap kadar GAPDH pada DMT2 ?. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui hubungan hiperglikemia terhadap kadar GAPDH pada DMT2 dengan Non DM.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian observasional dengan pendekatan Cross sectional comparative dimana variabel dependen dan independen diperiksa dalam waktu bersamaan. Variabel independennya adalah kadar gula darah sewaktu dan kadar gula darah puasa. Variable dependen adalah kadar glyceraldehides-3-phosphate dehidrogenase. Penelitian dilakukan di 1). Bagian Penyakit dalam RSUP Dr.M Djamil Padang, 2). Laboratorium Biomedik Fakultas Kedokteran Unand. Penelitian ini dilakukan pada bulan April sampai Juni 2012.

Sampel penelitian ini adalah bagian dari populasi yang mempunyai kriteria inklusi dan eksklusi. Sebagai kontrol adalah orang sehat yang tidak menderita DM yang berasal dari karyawan RSUP Dr. M. Djamil, karyawan Fakultas Kedokteran Unand dan masyarakat di sekitar kampus Fakultas Kedokteran Unand. Besar sampel pada

penelitian ini adalah 35 orang kasus dan 35 orang sebagai kontrol

Objek penelitian adalah penderita DMT2 yang tidak terkontrol yang mempunyai kadar HbA1c $> 7\%$. Pengambilan sampel dilakukan secara eksekutif random terhadap penderita DMT2 yang menjalani rawat jalan maupun dirawat inap di Bagian Penyakit Dalam RSUP Dr.M.Djamil Padang. Sebagai pembanding kontrol yang tidak menderita DM. Pada setiap sampel diambil darah vena sebanyak 10 ml. Pengukuran HbA1C, kadar glyceraldehides-3-phosphate dehidrogenase (GAPDH) dilakukan terhadap serum.

Untuk membandingkan kadar GAPDH antara penderita DM dan Non DM menggunakan uji T. Sedangkan untuk menganalisis ada tidaknya hubungan hiperglikemia yang ditunjukkan oleh kadar gula darah puasa dan kadar gula darah 2 jam PP dengan GAPDH menggunakan korelasi regresi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Responden Penelitian

Tabel 1.

Distribusi Frekuensi Responden Berdasarkan Umur

| Karakteristik | Rerata \pm SD | | p |
|---------------|------------------|------------------|-------|
| | DMT2 | Non DM | |
| Umur (tahun) | 52,51 \pm 4,44 | 49,63 \pm 5,74 | 0,021 |

Pada tabel diatas terlihat rerata umur pada kelompok penderita DMT2 adalah 52,51 \pm 4,44 tahun dan umur rata-rata pada kelompok Non DM adalah 49,63 \pm 5,74 tahun. Setelah dilakukan uji statistik kedua kelompok umur pada penderita DMT2 dan Non DM didapatkan perbedaan yang bermakna dengan nilai $p < 0,05$. Karakteristik responden berdasarkan umur

antara DMT2 dengan non DM tidak sama hal ini dapat mempengaruhi hasil dari penelitian

Tabel 2.

Distribusi Frekuensi Responden Berdasarkan Jenis Kelamin

| Jenis kelamin | DMT 2 | | Non DM | |
|---------------|-----------|------|-----------|------|
| | Frekuensi | % | Frekuensi | % |
| Laki-Laki | 19 | 54,3 | 19 | 54,3 |
| Perempuan | 16 | 45,7 | 16 | 45,7 |
| Total | 35 | 100 | 35 | 100 |

Berdasarkan tabel diatas jenis kelamin penderita DMT2 yang diteliti dan kelompok kontrol terdiri dari 19 orang laki-laki (54,3%) dan perempuan 16 orang (45,7%). Jenis kelamin perempuan dan laki-laki pada penderita DMT2 dan Non DM sudah setara, dengan persentasi yang sama pada kedua kelompok

Perbedaan Kadar GAPDH pada Penderita DMT2 dan Non DM

Tabel 3.

Perbedaan Rerata Kadar GAPDH pada Penderita DMT2 dan Non DM

| | Rerata \pm SD | | p |
|-----------------------|-----------------|-----------------|------|
| | DMT2 | Non DM | |
| Kadar GAPDH (unit/mg) | 0,64 \pm 0,39 | 0,78 \pm 0,59 | 0,25 |

Dari tabel diatas dapat terlihat bahwa rerata kadar GAPDH pada penderita DMT2 lebih rendah dari kadar GAPDH non DM.

Dengan kadar rerata GAPDH pada penderita DMT2 adalah 0,64 \pm 0,39 dan kadar rerata GAPDH pada non DM 0,78 \pm 0,59. Perbedaan ini tidak bermakna secara statistik dengan nilai $p > 0,05$.

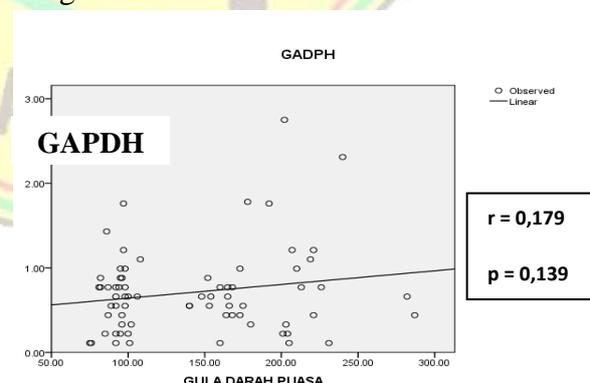
Pada tabel diatas terlihat bahwa rerata kadar GAPDH pada penderita DMT2 adalah 0,64 \pm 0,39 unit/mg, sedangkan non DM adalah 0,78 \pm 0,59 unit/mg. Hasil penelitian

ini menunjukkan bahwa tidak adanya perbedaan rerata kadar GAPDH pada kelompok DMT2 dibandingkan dengan kelompok non DM. Walaupun secara statistik tidak menunjukkan hasil yang bermakna tetapi apabila dilihat dari rerata kadar GAPDH pada penderita DMT2 lebih rendah dibandingkan non DM.

Mekanisme ini disebabkan oleh karena kenaikan kadar gula darah yang tidak terkendali pada penderita DMT2 sehingga menyebabkan hiperglikemia. Hiperglikemia dapat peningkatan produksi spesies reaktif (ROS) dan akan memicu terjadinya stress oksidatif. Hal ini akan menyebabkan rusaknya DNA inti (DNA Damage). Rusaknya DNA inti menyebabkan teraktivasinya PARP. Teraktivasinya PARP akan menghambat aktifitas GAPDH. Terhambatnya aktivitas GAPDH di dalam sel akan menyebabkan proses glikolisis terganggu sehingga menimbulkan reaksi sempalan .

Reaksi – reaksi yang timbul akibat terhambatnya aktivitas GAPDH di dalam sel akan menyebabkan terjadinya disfungsi endothel yang akan mempercepat terjadinya komplikasi pada diabetes. (Ceriello A, 2005)

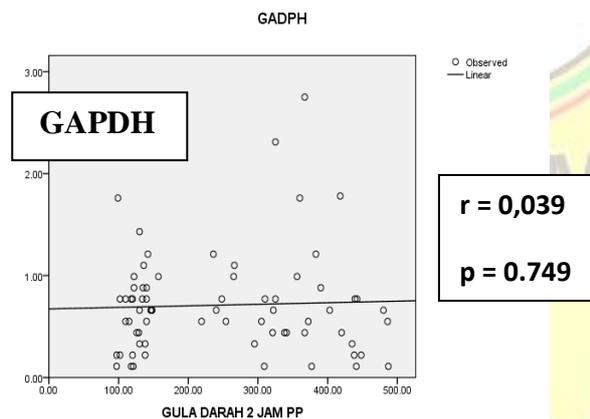
Hubungan Kadar Gula Darah Puasa dengan kadar GAPDH Pada DMT2



Gambar 1. Hubungan Kadar Gula Darah Puasa dengan kadar GAPDH pada Penderita DMT2

Dari gambar diatas terlihat bahwa adanya hubungan antara kadar gula darah

puasa dengan kadar GAPDH pada penderita DMT2. Semakin tinggi kadar gula darah puasa semakin tinggi kadar GAPDH. Dari analisis korelasi kadar gula darah puasa dengan kadar GAPDH diperoleh korelasi sangat lemah yaitu 0,179 dan secara statistik tidak bermakna $p > 0,05$.



Gambar 2. Hubungan Kadar Gula Darah 2 jam Post Prandial dengan kadar GAPDH pada penderita DMT2

Dari gambar diatas terlihat bahwa adanya hubungan antara kadar gula darah 2 jam post prandial dengan kadar GAPDH pada penderita DMT2. Semakin tinggi kadar gula darah 2 jam post prandial semakin tinggi kadar GAPDH. Dari analisis korelasi kadar gula darah puasa dengan kadar GAPDH diperoleh korelasi sangat lemah yaitu 0,039 dan secara statistik tidak bermakna $p > 0,05$. Berdasarkan gambar 5.1 terlihat bahwa hubungan antara kadar gula darah puasa dengan kadar GAPDH pada penderita DMT2 menunjukkan korelasi yang lemah ($r = 0,179$). Berdasarkan analisis korelasi peningkatan kadar gula darah puasa diikuti oleh peningkatan kadar GAPDH dalam darah. Namun secara statistik tidak terdapat hubungan yang bermakna dengan nilai $p > 0,05$.

Pada gambar 5.2 terlihat bahwa hubungan antara kadar gula darah 2 jam post prandial dengan kadar GAPDH pada DMT2

menunjukkan korelasi sangat lemah dengan nilai $r = 0,039$. Berdasarkan analisis korelasi regresi peningkatan kadar gula darah 2 jam post prandial diikuti kecenderungan peningkatan kadar GAPDH pada penderita DMT2. Namun secara statistik tidak bermakna dengan nilai $p > 0,05$.

Pada studi yang dilakukan oleh Nishikawa et al, 2000 didapati peningkatan produksi spesies oksigen reaktif (ROS) oleh rantai transport elektron mitokondria yang diinduksi oleh hiperglikemia akan menyebabkan rusaknya DNA mitokondria dan DNA inti (DNA Damage) yang berakhir pada disfungsi mitokondria, selain merusak DNA mitokondria juga menyebabkan PARP teraktivasi. Aktivasi PARP mengakibatkan aktivitas GAPDH terhambat. Pada studi yang dilakukan oleh XL Du et al, 2000 kelebihan produksi hiperglikemia yang disebabkan oleh superoksida mitokondria, mengakibatkan penurunan 66% aktivitas GAPDH di dalam sel. Penelitian yang berbeda juga dilakukan oleh XL Du et al, 2003 pada kultur sel endothel yang diinduksi glukosa 30 mm (milimol) menurunkan aktivitas GAPDH sebesar 73% dari $0,157 \pm 17,6$ unit/mg menjadi $0,042 \pm 10,5$ unit/mg. Terganggunya jalur glikolisis akibat inaktivasi GAPDH mengakibatkan terbentuknya 4 jalur utama yaitu peningkatan jalur polyol, peningkatan jalur hexosamine, peningkatan AGE dan peningkatan jalur PKC melalui diacylglycerol

Berdasarkan sifat enzim pada saat terjadinya kerusakan sel akan menyebabkan enzim intra seluler keluar dan masuk kedalam sirkulasi (darah) sehingga kadarnya menjadi meningkat di dalam darah. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Brownlee, 2001 bahwa peningkatan produksi superoxide mitokondria yang diinduksi oleh hiperglikemia merupakan awal terjadinya komplikasi diabetes.

4. KESIMPULAN

1. Tidak terdapat perbedaan yang bermakna rerata kadar GAPDH pada penderita DMT2 dengan non DM.
2. Terdapat korelasi yang lemah antara kadar gula darah puasa dengan kadar GAPDH
3. Terdapat korelasi yang lemah antara kadar gula darah 2 jam pp dengan kadar GAPDH

5. DAFTAR PUSTAKA

- Abate C, Patel L, Raucher FJ III, 1990. Redox Regulation of fos and jun DNA-binding activity in vitro. *Science*. 249;1990:1157-61
- American Diabetes Association, 2001. Management of Dyslipidemia in Adults with Diabetes. *Diabetes Care* 2004; 24 (suppl 1): S58-S61.
- American Diabetes Association. 2004. ADA Position Statement: Standard of Medical Care in Diabetes. *Diabetes Care*; 29 (suppl 1): S4-S42.
- Alberti KGM, Zimmet P, Show J. 2007. International Diabetes Federation: a consensus on Type 2 diabetes prevention. *Diabetec Medicine*, 24,451-63.
- Bender David, Mayes Peter. 2009. Glikolisis dan Oksidasi Piruvat. Dalam: Muray RK, Granner DK, Mayes PA, Rodwell VW. *Biokimia Harper*. Edisi 27. Alih Bahasa: Brahm U. Jakarta: EGC. 2009: 160 – 158.
- Brownlee M. 2001. Biochemistry and molecular cell biology of diabetic complications. *Nature*. 414: 813-20.
- Brownlee M. 2005. The Pathobiology of Diabetic Complications A Unifying Mechanism. *Diabetes*: vol 54:
- Ceriello Antonio. 2006. Perspectives in Diabetes Postprandial Hyperglycemia and Diabetes Complications. *Diabetes*; vol 54
- Djokomoeljanto R, 2007. *Neuropati Diabetik: Naskah lengkap diabetes mellitus ditinjau dari berbagai aspek penyakit dalam*. Editor: Darmono. Suhartono T, Pemayun TGD, Padmodarmono FS. Semarang: Badan Penerbit Universitas Diponegoro. 4-9.
- Droge W. 2002. Free Radicals in The Physiological Control of Cell Function. *Physiol Rev*. 82; 47 -95
- Du XL, Edelstein D, Rossetti L, Fantus IG, Goldberg H, Ziyadeh F, et al. 2000. Hyperglycaemia induced mitochondrial superoxide overproduction activates the hexosamine pathway and induces plasminogen activator inhibitor-1 expression by increasing Sp1 glycosylation. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*; 97: 12222-6
- Du XL, Matsumura T, Edelstein D, Rossetti L, Zsengeller Z, Scabo C, et al. 2003. Inhibition of GAPDH activity by poly(ADP-ribose) polymerase activates three major pathways of hyperglycemic damage in endothelial cells. *The Journal of Clinical Investigation*; No; 7; Vol 112
- Fauci A, Kasper D, Longo D. 2008. *Horrison's Principle of Internal Medicine*. USA: MGraw – Hill Companies.
- Gallagher E, Raith D, Bloomgarden Z. 2009. Review of Hemoglobin A1C in The Management of Diabetes. *Journal of diabetes*: 1:9-17
- Giacco F, Brownlee M. 2010. Oxidative stress and Diabetic Complications: *Circulation Research*. 107: 1058-1070
- Inoue M, 2001. Protective Mechanism Against Reactive Oxygen Species. In:

- Arisas IM The liver biology and pathobiology Lippincott Williams and Wilkins 4th-ed. Philadelphia. 2001: 281-90
- Islam M, S, and Lout D, T, 2007. Diabetes, Metallothionein, and Zinc Interaction: a review. *Biofactors*: 29; 2003-212
- Johansen, Hartis AK, Rishly D. 2004. Oxidative Stress and The use of Antioxidant in Diabetes: Linking basic science to clinical practice. *Cardiovasc Diabetol*. 4 (s); 1-11.
- Jusman SWA, 1999. Konsep-Konsep Dasar Biokimia Dalam Diabetes Mellitus. Dalam understanding icular diabetic-basic science, clinical aspect and didactic course. FKUI: 1-5.
- Karam JH, 1996. Pancreatic Hormones and Diabetes Mellitus. In Greenspan, F.S., Basic and clinical Endocrinology; 3rd Ed, 593 – 649. Prentice-Hall International Inc., London.
- Kowluru RA, Tang J, Kern TS. 2001. Abnormalities of Retinal Metabolism in Diabetes and Experiment Galactosemia. *Diabetes*; 50: 1938 – 42.
- Lawrence J C, 1994. Insulin and Oral Hypoglycemic Agents, In Brody. T, M. Lerner, J. Minneman, K,P, and Neu, H, C. (Ed.), *Human Pharmacology*. 2nd Ed., 523-539, Mosby, London.
- Mayes PA. 2003. Struktur dan Fungsi Vitamin Larut Lipid. Dalam *Biokimia Harper*, Edisi 25: Jakarta: EGC, Jakarta, 581-597.
- Mohora Maria, Greabu Maria, Muscurel Corina, Duta Carmen, Totan Alexandra Totan. 2007. The Sources and the targets of oxidative stress in the etiology of diabetic komplikations. *Romanian J. Biophys* , Vol 17, No 2, P 63-84. Bucharest
- Murray P.A, Daryl K.G, Victor W.R. 2009. *Biokimia Harper*. Edisi 27. Jakarta: EGC
- Nishikawa, T, et al. 2000. Normalizing mitochondrial superoxide production blocks three pathways of hyperglycaemic damage. *Nature*.404:787-790
- Notoatmodjo, S., 2002. *Metodologi Penelitian Kesehatan*. Rineke Cipta. Jakarta
- Proctor PH, Reyholds ES. 1984. Free Radical and Disease in Man *Physiol Chem Phys Med*. 16; 175 – 95.
- Rand ML and Murray R K, 2001, Sel darah merah dan putih. Dalam: Murray RK, Granner DK, Mayes PA, Rodwell VW. *Biokimia Harper*. Edisi 25. Alih Bahasa: Hartono A. Jakarta: EGC. 2001: 727 – 42.
- Reusch Jane. 2003. Diabetes, microvascular complications, and cardiovascular complication; whats is it about glucose. *The Journal of Clinical Investigation*, Volume 112 number 7
- Riset Kesehatan Dasar (RIKESDAS), 2007. Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan, Departemen Kesehatan, Republik Indonesia
- Rowland NE and Bellush LL, 1989. Diabetes mellitus: Stress Neurochemistry and Behavior, *Neuroscience and Biobehavioral Review*, 13 (4): 199 – 206.
- Setyohadi B , 2006. *Buku Ajar Ilmu Penyakit Dalam Edisi IV. Jilid III*. Jakarta: Pusat Penerbit Departemen. Ilmu Penyakit Dalam FKUI: 1857.
- Schteigart D E, 1994. *Metabolisme Glukosa dan Diabetes Mellitus*. Dalam: Price SA, Wilson LM. *Patofisiologi, Konsep Klinis. Proses-Proses Penyakit*. Edisi 6. Volume 1. Alih Bahasa: Pendit BU,

- Hartono H, Wulansari P, Mahanani PA. Jakarta: EGC, 2005: 247-67.
- Soriano G, F, Virag L, Jagtap P, Scabo E, Mabley J, Liaudet L, Marton A, et al . 2001. Diabetic Endothelial Dysfunction: The role of poly(ADP-ribose) polymerase: The role of poly(ADP-ribose) polymerase activation nature medicine
- Suyono S, 2006. Buku Ajar Penyakit Dalam. Jilid III. Edisi 4. Jakarta: Departemen Ilmu Penyakit Dalam FKUI: 1857.
- Sungkar MA. 2007. Hubungan antara pengendalian metabolik dan komplikasi kronik diabetes tipe 2 pada penyakit kardiovaskuler. Dalam Darmono, dll (eds), Naskah Lengkap Diabetes Melitus ditinjau dari berbagai aspek penyakit dalam. Badan penerbit universitas Diponegoro. Semarang. 257-65.
- Unger RH, Foster DW, 1992. Diabetes Mellitus. In Wilson, J.D and Foster, D.W, Endocrinology, 1255 – 1317, W,B Sunders Company. A Division of Harcourt Brace and Company. London
- Virag Laszlo, Scabo czabo. 2002. The therapeutic Potential of Poly(ADP-ribose) Polymerase Inhibition. Pharmacol Rev: 54: 375 – 429
- Wild, S., Sicree, R. 2004. Global Prevalence of DM. 2004: Diabetes Care 27,1047 – 53
- Yerizel E. 2011. Kerusakan DNA Akibat Hiperglikemia dan Pengaruhnya terhadap Aktivitas Poly (ADP) Ribosa Polymerase (Parp) Pada Penderita Diabetes Melitus. Universitas Andalas.



PEMBUATAN MEMBRAN HIBRID POLISULFON-LEMPUNG YANG DIKOAGULASI OLEH 2-PROPANOL-AIR DAN APLIKASINYA PADA AIR GAMBUT

Zaiyar . Amilia Linggawati . Muhdarina

Jurusan Kimia Fakultas Matematika Universitas Riau
Kampus Bina Widya Panam
Email: zaiyar68@yahoo.co.id

ABSTRAK

Penelitian ini, bertujuan untuk membuat membran hibrid polisulfon-lempung secara inversi fase menggunakan zat aditif polietilen glikol (PEG) (PEL 1) dan tanpa PEG (PL 1). Matriks polimer ini dikoagulasi dalam koagulan campuran 2-propanol-air. Membran hibrid PEL 1 dan PL 1 diaplikasikan pengolahan air gambut yang berasal dari Desa Rimbo Panjang Km 18, meliputi pengukuran pH, warna dan zat organik. Hasil penelitian menunjukkan membran PEL 1 dan PL 1 dapat menaikkan pH air gambut sesuai syarat kualitas air minum PERMENKES No.492/MENKES/PER/IV/2010, hanya membran PEL 1 dapat menurunkan warna air sesuai Permenkes dan Kedua membran belum dapat menurunkan zat organik sesuai Permenkes

Kata kunci: Membran hibrid polisulfon-lempung, koagulan 2-propanol-air, pengolahan air gambut

1. PENDAHULUAN

Air merupakan zat yang keberadaannya sangat vital dalam mendukung kehidupan dan aktivitas manusia. Kebutuhan air bersih terus meningkat sejalan dengan pertumbuhan penduduk dan industri. Untuk mencegah terjadinya krisis air, diperlukan studi lebih lanjut mengenai sumber daya air serta cara pengolahannya sehingga dapat menghasilkan air bersih yang dapat digunakan oleh masyarakat untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari sesuai dengan Syarat kualitas air minum.

Salah satu alternatif sumber daya air adalah air gambut. Air gambut adalah air yang terdapat dan selalu menggenangi lahan gambut. Air gambut secara kuantitatif sangat potensial untuk dikelola sebagai sumber daya air, namun kenyataannya secara kualitas, dalam penggunaannya masih banyak mengalami kendala. Warna air gambut yang coklat kemerahan, tingginya

kandungan zat organik dan pH yang rendah merupakan beberapa kendala yang menyebabkan air gambut secara kualitas tidak layak digunakan sebagai air minum.

Nilai pH air gambut menyatakan intensitas kemasaman atau alkalinitas air gambut dan mewakili konsentrasi ion hidrogennya, pH tidak mengukur seluruh kemasaman atau seluruh alkalinitas (Otto, 1987) dan mencirikan keseimbangan antara asam basa dalam air .

Warna coklat kemerahan pada air gambut merupakan akibat dari tingginya kandungan zat organik (senyawa humus) terlarut, terutama dalam bentuk asam humus dan turunannya. Zat organik ini, berasal dari dekomposisi bahan organik berupa lignin seperti daun, pohon, dan kayu

Senyawa humus menyusun 90% material organik yang mempunyai berat molekul beragam dari 200-300.000 g/mol. Material ini merupakan produk sintesis sekunder dari

senyawa organik sederhana yang terbentuk karena pemecahan material organik oleh mikrobiologi, bahan organik ini bersifat stabil dan tahan terhadap proses biodegradasi dalam waktu cukup lama (Syarfi, 2007).

Salah satu alternatif yang dapat digunakan untuk mengatasi kendala ini adalah teknologi membran. Teknologi membran berkembang pesat dalam beberapa dasawarsa terakhir ini baik dalam skala laboratorium maupun skala komersial. Hal ini disebabkan karena membran memiliki banyak kelebihan yang tidak dimiliki oleh proses pemisahan konvensional lainnya.

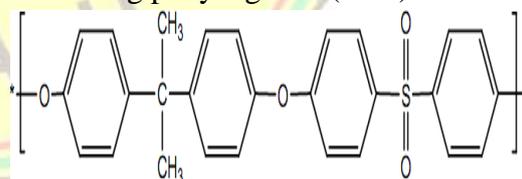
Membran merupakan penghalang yang bersifat permeabel dan selektif antara dua fase. Fase pertama adalah umpan (feed), dalam hal ini adalah air gambut, sementara fase kedua adalah hasil pemisahan (permeate) sebagai air bersih. Proses pemisahan pada membran terjadi dengan cara perpindahan material melewati membran dengan proses transpor aktif dan pasif. Transpor aktif adalah perpindahan material yang akan dipisahkan secara langsung, sedangkan transpor pasif dapat digerakkan oleh perbedaan tekanan, konsentrasi, atau perbedaan temperatur di antara kedua sisi membran (Mulder 1996).

Kinerja pemisahan dengan membran sangat ditentukan dari porositas permukaan dan distribusi pori. Modifikasi struktur dan ukuran pori membran dapat dilakukan dengan mencampur bahan organik dan bahan anorganik (Kasukabe, et al. 1996). Selain itu, teknik modifikasi ini juga bertujuan untuk meningkatkan kemampuan membran dalam pengolahan air gambut dan mengatasi kelemahan dari bahan organik dan anorganik pada membran yang dihasilkannya. Membran yang dibuat dengan mencampurkan bahan organik dan anorganik ini, dinamakan membran hibrid.

Pada penelitian ini dibuat membran hibrid dengan menggabungkan bahan organik (polisulfon) dan anorganik (lempung). Membran hibrid dibuat secara inversi fase dengan teknik perendaman-pengendapan menggunakan koagulan campuran 2-propanol dan air dengan komposisi (1:1).

Pelarut yang digunakan untuk melarutkan polisulfon adalah dimetil asetamida (DMAc). DMAc adalah pelarut yang sering digunakan untuk melarutkan polimer, selain itu, dapat bercampur dengan non pelarut campuran air dan 2-propanol yang digunakan sebagai koagulan. DMAc tidak mudah menguap dan cenderung stabil karena memiliki rentang ketahanan suhu yang relatif luas, yaitu titik didihnya di atas 164.5-166°C sehingga dapat melarutkan polisulfon dengan baik.

Polisulfon merupakan polimer yang banyak digunakan sebagai bahan dasar pembuatan membran pada proses ultrafiltrasi (Baker 2004). Polisulfon mengandung gugus sulfonat dan inti benzen dalam rantai polimer utama, yang strukturnya ditunjukkan pada Gambar 1. Polisulfon dipilih sebagai bahan baku membran disebabkan polimer ini, memiliki kestabilan mekanik, termal, kimia yang baik dan rentang pH yang luas (1-13).



Gambar 1.

Struktur Polisulfon (Sumber, Baker 2004)

Lempung merupakan mineral sekunder yang terbentuk dari hasil pelapukan kimia dan fisika mineral primer dalam proses pembentukan tanah. Lempung yang digunakan pada penelitian ini berasal dari Desa Palas Pekanbaru. Lempung ini dipilih karena intensitas silikat (SiO_2) yang tinggi

yaitu, 58% (Nadarlis, 2012). Silikat berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan aditif membran hibrid karena mampu meningkatkan kinerja membran.

Variasi koagulan campuran non pelarut 2-propanol dan air bertujuan untuk meningkatkan fluks air zat terlarut (air gambut) dan kemampuan rejeksi dari membran yang dihasilkan. Selain itu, pada penelitian ini juga digunakan zat aditif polietilen glikol (PEG). Penggunaan zat aditif polietilen glikol (PEG) akan meningkatkan porositas membran hibrid. Membran hibrid ini selanjutnya dinamakan membran hibrid polisulfon-lempung.

Karakter membran hibrid polisulfon-lempung yang dibuat secara inversi fase dipengaruhi oleh komposisi bahan dasar. Oleh karena itu, dalam penelitian ini dibuat 2(dua) jenis membran hibrid polisulfon-lempung dengan perbedaan zat aditif. Membran hibrid polisulfon-lempung dengan zat aditif PEG (simbol PEL 1) dan PEG (simbol PL 1). Perbedaan komposisi bahan dasar membran ini bertujuan untuk membandingkan perbedaan kemampuan membran dalam pengolahan air gambut. Air gambut yang digunakan berasal dari salah satu sumur warga di Desa Rimbo Panjang Km 18. Penggunaan membran hibrid polisulfon-lempung diharapkan dapat menaikkan pH, menurunkan warna dan menyisihkan senyawa organik dalam air gambut, sehingga memenuhi syarat kualitas air minum PERMENKES No.492/MENKES/PER/IV/2010

2. METODOLOGI PENELITIAN

Pembuatan Membran Hibrid Polisulfon-lempung

Membran hibrid polisulfon-lempung dibuat dengan melarutkan 18 % polisulfon dalam 64% dimetil asetamida, ditambahkan 9% lempung dan 9% PEG. Proses pelarutan

dilakukan pada temperatur kamar menggunakan pengaduk magnetik sampai larutan benar-benar larut (homogen). Larutan ini, disebut larutan tuang polimer.

Larutan tuang polimer didiamkan selama 3 jam untuk menghilangkan gelembung udara yang terperangkap di dalam larutan sebelum dilakukan pencetakan. Larutan tuang polimer selanjutnya ditebar di atas plat kaca yang telah diolesi aseton lalu diratakan dengan batang stainless steel hingga terbentuk lapisan tipis dan dibiarkan selama 5 menit. Kemudian lapisan tipis pada pelat kaca direndam dalam bak koagulasi yang telah berisi non pelarut campuran 2-propanol dan air (1:1) selama 5 menit, sehingga membran terkoagulasi.

Aplikasi Membran Hibrid Polisulfon-lempung pada Air Gambut

Untuk mendapatkan sampel air gambut hasil permeasi membran dilakukan dengan cara memasukkan sampel air gambut dalam sel filtrasi yang sebelumnya telah berisi membran hibrid polisulfon-lempung (PEL 1 dan PL 1) pada tekanan 3,5 bar. Volume permeat yang dihasilkan ditampung sampai volume 100 mL dan diukur pH, warna dan senyawa organik. Pengukuran dilakukan pada sampel air gambut awal (tanpa perlakuan membran) dan hasil permeasi (dengan perlakuan membran)

Penentuan pH Air Gambut

Penentuan pH air air gambut dilakuakn menggunakan pH meter Martini Instruments. Penentuan ditentukan dengan mencelupkan stick elektroda dari alat pH meter ke dalam sampel air gambut. Angka yang tertera pada monitor merupakan pH air gambut.

Penentuan Kandungan Warna Air Gambut

1. Pembuatan larutan induk skala warna 500 ppm Pt-Co

Dilartukan sebanyak 1,246 g K_2PtCl_6 dengan 25 mL akuades dan 1 g $CoCl_2 \cdot 6H_2O$ dengan 25 mL akuades. Kedalam labu ukur 1000 mL, dicampurkan larutan K_2PtCl_6 dan $CoCl_2 \cdot 6H_2O$. Selanjutnya ditambahkan 100 mL H_2SO_4 pekat, larutan diencerkan dengan akuades hingga volume 1000 mL.

2. Penentuan panjang gelombang optimum

Diambil titik tengah larutan standar skala warna yang digunakan yaitu konsentrasi 25 ppm Pt-Co, lalu dimasukkan ke dalam kuvet spektrofotometer Uv-Vis. Panjang gelombang (λ) yang menghasilkan serapan maksimum pada kisaran 200-350 nm.

3. Pembuatan kurva kalibrasi

Kurva kalibrasi larutan standar dibuat dengan mengukur absorbansi pada panjang gelombang optimum (λ) 300 nm. Larutan induk skala warna 500 ppm Pt-Co dipipet sebanyak: 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0; 3,5; 4,0; 4,5 dan 5,0 mL. Masing-masing larutan ditambahkan akuades sampai volume 50 mL, sehingga menjadi larutan standar skala warna: 5, 10, 25, 30, 35, 40, 45 dan 50 ppm Pt-Co.

4. Pengukuran kandungan warna air gambut

Absorbansi sampel air gambut diukur pada panjang gelombang (λ) 300 nm. Konsentrasi air gambut awal dan air gambut hasil permeasi membran hibrid polisulfon-lempung ditentukan dari kurva kalibrasi larutan standar Pt-Co.

Penentuan Senyawa Organik Air Gambut

Penentuan kandungan zat organik air gambut dihitung dari nilai permanganat yang dilakukan secara titrimetri. Senyawa organik yang ada dalam sampel air gambut dioksidasi dengan $KMnO_4$, direduksi dengan asam oksalat berlebih. Kelebihan

asam oksalat dititrasi kembali dengan $KMnO_4$.

Penentuan kandungan senyawa organik air gambut dilakukan dengan cara berikut, air gambut sebanyak 100 ml dimasukkan ke dalam labu Erlenmeyer 300 mL, ditambahkan 3 butir batu didih. Kemudian ditambahkan beberapa tetes larutan $KMnO_4$ 0,01 N hingga larutan sampel berwarna merah muda. Selanjutnya ditambahkan 5 mL asam sulfat 8 N, larutan sampel dipanaskan pada suhu $105^{\circ}C \pm 2^{\circ}C$, bila terdapat bau H_2S , pendidihan dilakukan beberapa menit. Ditambahkan 10 mL larutan baku asam oksalat 0,01 N. Akhirnya, larutan sampel dititrasi dengan larutan $KMnO_4$ 0,01 N hingga berwarna merah muda. Volume $KMnO_4$ pada titrasi dicatat.

$$KMnO_4(mg / L) = \frac{[(10 + a)b - (10 \times c)]}{d} \times 1 \times 31,6 \times 1000$$

Dalam hal ini, a adalah volume larutan $KMnO_4$ 0,01 N pada titrasi, b adalah normalitas $KMnO_4$, c adalah normalitas asam oksalat, dan d adalah volume sampel air gambut.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN Pengukuran pH Air Gambut

Hasil pengukuran pH sampel air gambut ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1.
Hasil Pengukuran pH Air Gambut

| Sampel Air Gambut | pH |
|-------------------|-----|
| Tanpa Perlakuan | 4,5 |
| Membran | |
| Hasil Permeasi | 7,0 |
| Membran PEL 1 | |
| Hasil Permeasi | 6,7 |
| Membran PL 1 | |

Berdasarkan Tabel 1 dapat dilihat bahwa, pH air gambut awal bersifat asam, yang disebabkan oleh zat organik dan kation-kation terlarut dalam tanah gambut.

Oleh karena itu, air gambut dengan pH asam ini bersifat tidak baik untuk kesehatan dan jika dikonsumsi karena dapat menyebabkan kerusakan gigi dan menimbulkan sakit perut (Anonim, 2011).

Membran hibrid polisulfon-lempung dapat menaikkan pH air gambut. Membran PEL 1 dapat menaikkan pH sampel air gambut (pH= 7) lebih baik dibandingkan membran PL 1 (pH = 6,7). Perbedaan kenaikan nilai pH air gambut hasil permeasi membran ini disebabkan membran PEL 1 mempunyai ukuran pori lebih kecil, distribusi pori lebih merata dan jumlah pori yang lebih banyak dibandingkan membran PL 1, sehingga dapat merejeksi bahan-bahan terlarut dari sisa-sisa vegetasi yang telah melapuk dan mengalami humifikasi secara lebih baik.

Tabel 2.

Parameter pH, Warna dan Zat Organik dalam PERMENKES No.492/MENKES/PER/IV/2010 tentang syarat kualitas air minum

| Jenis Parameter | Kadar Maksimum yang Diperbolehkan |
|---------------------------------|-----------------------------------|
| ph | 6,5 – 8,5 |
| Warna | 50 ppm Pt-Co |
| Zat Organik (KMO ₄) | 10 mg/L |

Sumber: Anonim (2010)

Berdasarkan hasil pengukuran pH sampel air gambut awal dan hasil permeasi membran PEL1 dan PL 1 menunjukkan bahwa sampel air gambut awal belum memenuhi syarat kualitas air minum (Tabel 2), sedangkan sampel air gambut hasil permeasi membran PEL 1 dan PL 1 memenuhi peraturan pemerintah tersebut.

Pengukuran Warna Air Gambut

Hasil pengukuran warna air gambut awal dan air gambut hasil permeasi membran PEL 1 dan PL 1 ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3.

| Konsentrasi Warna Air Gambut | |
|------------------------------|-------------------|
| Sampel Air Gambut | Warna (ppm Pt-Co) |
| Tanpa Perlakuan | 328 |

| | |
|----------------|-----|
| Membran | |
| Hasil Permeasi | 29 |
| Membran PEL 1 | |
| Hasil Permeasi | 154 |
| Membran PL 1 | |

Berdasarkan Tabel 3. dapat dilihat bahwa konsentrasi warna sampe air gambut awal tinggi. Warna coklat kemerahan pada air gambut merupakan akibat dari tingginya kandungan zat organik (senyawa humus) terlarut, terutama dalam bentuk asam humus dan turunannya. Asam humus tersebut berasal dari dekomposisi bahan organik seperti daun, pohon atau kayu dengan berbagai tingkat (Notodarmojo, 1994).

Penggunaan membran PEL 1 dan PL 1 pada proses pemisahan zat warna dapat menurunkan konsentrasi warna air gambut. Persentase penurunan konsentrasi warna air gambut hasil permeasi membran PEL 1 adalah sebesar 91% , sedangkan membran PL 1 hanya mampu menurunkan konsentrasi warna air gambut sebesar 53%.

Berdasarkan hasil pengukuran konsentrasi warna sampel air gambut awal dan hasil permeasi membran PEL 1 dan PL 1 (Tabel 3) diketahui bahwa konsentrasi warna sampel air gambut hasil permeasi membran PEL 1 memenuhi syarat kualitas air minum (Tabel 2). Namun konsentrasi warna sampel air gambut hasil permeasi membran PL 1 belum memenuhi permenkes tersebut. Kondisi ini disebabkan membran hibrid PL 1 hanya dapat merejeksi sebagian kecil asam humus terlarut penyebab warna pada air gambut seperti asam humat, asam fulvat dan humin karena mempunyai ukuran pori membran PL 1 lebih besar dibandingkan ukuran molekul asam humus tersebut.

Pengukuran Zat Organik Air Gambut

Hasil pengukuran senyawa organik air gambut dicantumkan dalam Tabel 4.

Tabel 4. Senyawa Organik Air Gambut

| Sampel Air Gambut | Zat Organik (mg/L) |
|-------------------|--------------------|
| Tanpa Perlakuan | 370,98 |
| Membran | |
| Hasil Permeasi | 18,25 |
| Membran PEL 1 | |
| Hasil Permeasi | 35,25 |
| Membran PL 1 | |

Berdasarkan Tabel 4. diketahui bahwa, kandungan senyawa organik sampel air gambut awal

Berdasarkan Tabel 4 diketahui bahwa kandungan senyawa organik sampel air gambut awal tinggi. Senyawa organik ini, berasal dari senyawa humus terlarut beserta turunannya. Sampel air gambut awal ini tidak layak dikonsumsi karena dapat mengganggu kesehatan.

Penggunaan membran hibrid polisulfon-lempung PEL 1 dan PL 1 sebagai media penyaring dapat menyisihkan senyawa organik sampel air gambut. Persentase penyisihan senyawa organik dalam sampel air gambut hasil permeasi membran PEL 1 adalah sebesar 95 %, sedangkan membran PL 1 hanya mampu menyisihkan senyawa organik sampel air gambut sebesar 90,5 %,

Dari hasil tersebut ditunjukkan bahwa membran PEL 1 dapat menyisihkan senyawa organik lebih tinggi dibandingkan membran PL 1. Hal ini disebabkan proses pemisahan menggunakan membran bergantung pada perbandingan ukuran pori membran dengan diameter atau ukuran molekul yang akan dipisahkan (Mulder, 1996). Ukuran pori membran PEL 1 kecil dari membran PL 1, sehingga membran PEL 1 mampu merejeksi senyawa organik lebih baik dibandingkan membran PL 1.

Secara umum, persentase penyisihan senyawa organik pada membran PEL 1 dan PL 1 tinggi (90,5%-95%), namun belum memenuhi syarat kualitas air minum (Tabel 2). Hal ini berarti, membran PEL 1 dan PL 1

belum dapat merejeksi senyawa organik berukuran molekul < 100000 g/mol yang kemungkinan berasal dari asam fulvat (Collet, 2007). Kondisi ini kemungkinan disebabkan fungsi lempung sebagai aditif tidak maksimal karena ukurannya yang besar (lolos ayakan = 200 mesh) , sehingga kurang merata terdistribusi dalam matriks polimer membran.

4. KESIMPULAN

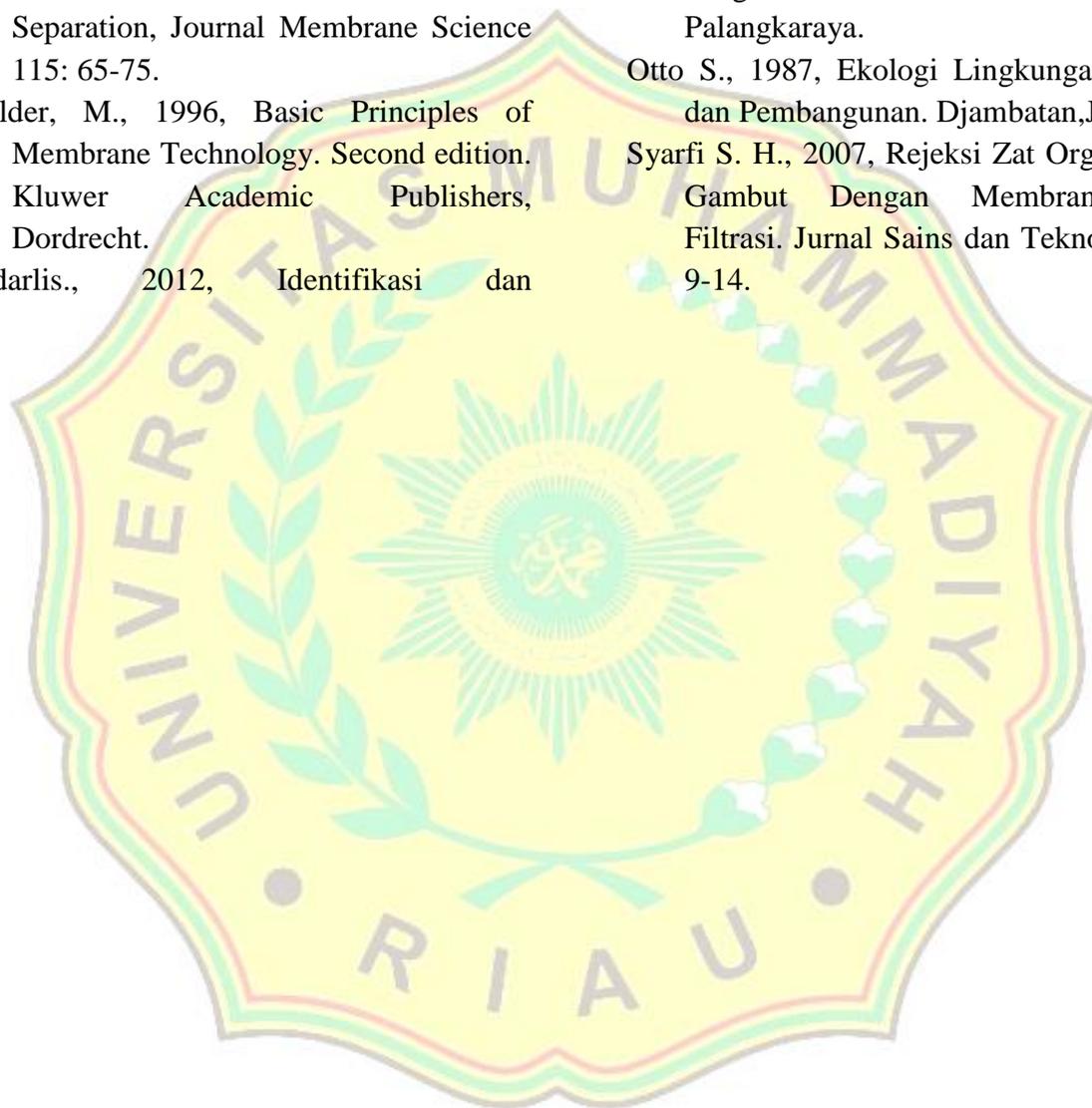
Dari hasil aplikasi membran hibrid polisulfon-lempung pada air gambut, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Membran PEL 1 dan PL 1 dapat menurunkan pH air gambut, sehingga memenuhi PERMENKES No.492/MENKES/PER/IV/2010 tentang syarat kualitas air minum.
2. Membran PEL 1 dapat menurunkan warna air gambut sesuai permenkes tersebut.
3. Membran PEL 1 dan PL 1 dapat menyisihkan senyawa organik dalam sampel air gambut (90,5%-95%) , namun kedua membran belum dapat menyisihkan senyawa organik air sesuai Permenkes.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Anonim., 2010, Keputusan Menteri Kesehatan RI No. 492/MENKES Per/IV/ 2010 tentang Persyaratan kualitas air minum. Departemen Kesehatan, www.depkes.go.id, diakses 25 Mei 2013.
- Baker, R.W., 2004, Membrane Technology and Applications, 2nd ed, John Wiley & Sons, Ltd.,Chichester.
- Collet., 2007, Humus, Humic Acid and Humates, [http://www.chelated trace mineral.com](http://www.chelatedtrace mineral.com), diakses 28 april 2012.
- Javiya, S. Yogesh, Gupta, S. Singh, K & Bhattacharya, A., 2008, Porometry

- Studies of The Polysulfone Membranes on Addition of Poly(Ethylene Glycol) in Gelation Bath During Preparation, *J.Mex.Chem. Soc* 52 (2): 140-144
- Kasukabe, K. Ichiki, K. Hayasi, J. Maeda, H. and Morooko, S., 1996, Preparation and Characterization of Silica Polyamide Composite Membrane Coated on Porous Tubes for CO₂ Separation, *Journal Membrane Science* 115: 65-75.
- Mulder, M., 1996, *Basic Principles of Membrane Technology*. Second edition. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Nadarlis., 2012, Identifikasi dan Karakterisasi Lempung Alam Desa Palas Kecamatan Tampan dan Desa Talanai Teratak Buluh Kecamatan Siak Hulu, Skripsi Jurusan Kimia FMIPA UR, Pekanbaru.
- Notodarmojo S., 1994, *Pengolahan Air Berwarna: Kajian Terhadap Studi Laboratorium*, Makalah Lokakarya Pengolahan Air Berwarna, Palangkaraya.
- Otto S., 1987, *Ekologi Lingkungan Hidup dan Pembangunan*. Djambatan, Jakarta.
- Syarfi S. H., 2007, *Rejeksi Zat Organik Air Gambut Dengan Membran Ultra Filtrasi*. *Jurnal Sains dan Teknologi* 12: 9-14.



KAJIAN EPIDEMIOLOGI MANAJERIAL PETUGAS SURVEILANS PUSKESMAS YANG BERPENGARUH TERHADAP PELAKSANAAN PENANGGULANGAN LEPTOSPIROSIS (Studi Di Kota Yogyakarta)

Juli Widiyanto Hendro Basuki

Dosen D III Keperawatan Universitas Muhammadiyah Riau
Sie Surveilans Dinas Kesehatan Kota Yogyakarta

ABSTRAK

Latar Belakang: Leptospirosis merupakan salah satu penyakit penular yang seringkali menimbulkan kejadian luar biasa (KLB), untuk mengurangi kasus penyakit leptospirosis diperlukan upaya kewaspadaan dini. Sistem manajerial yang baik dalam hal ini adalah kelengkapan dan ketepatan laporan mingguan W2 sebagai salah satu upaya kewaspadaan dini terutama pada pelaksana penanggulangan yaitu petugas surveilans puskesmas dapat mendukung keberhasilan program penanggulangan kejadian akibat leptospirosis. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pelaksanaan aspek manajerial pada petugas surveilans puskesmas. Metode: Penelitian ini merupakan penelitian observasional dengan pendekatan cross-sectional. Populasi target dan populasi studi adalah semua petugas surveilans puskesmas di Kota Yogyakarta. Pengumpulan data menggunakan kuesioner dan wawancara mendalam. Data di analisis dengan uji chi-square. Hasil: Hasil penelitian menunjukkan bahwa aspek perencanaan dan aspek pelaksanaan terbukti tidak berhubungan sementara aspek pengawasan, monitoring dan evaluasi terbukti berhubungan dengan kelengkapan dan ketepatan laporan mingguan W2 dalam keberhasilan penanggulangan leptospirosis di Kota Yogyakarta ($PR=3,33;p=0,002$)
Simpulan: Berdasar kondisi tersebut disimpulkan bahwa aspek pengawasan, monitoring dan evaluasi merupakan aspek manajerial yang berhubungan dengan kelengkapan dan ketepatan laporan mingguan W2 dalam keberhasilan program penanggulangan leptospirosis di Kota Yogyakarta. Disarankan agar faktor pengawasan, monitoring dan evaluasi senantiasa dilakukan secara terpadu dan berkelanjutan. Bagi petugas surveilans puskesmas disarankan untuk meningkatkan kemampuan, kedisiplinan dalam pengaturan jadwal dan bekerjasama dengan pemegang program lainnya.

Kata kunci: manajerial, leptospirosis, petugas surveilans puskesmas

1. PENDAHULUAN

Leptospirosis merupakan penyakit menular yang masih sering menimbulkan kejadian luar biasa dan tidak jarang menyebabkan kematian. Penyakit bersumber binatang (zoonosis) ini disebabkan oleh mikroorganisme berbentuk spiral dan bergerak aktif yang disebut leptospira. Penyakit ini dikenal dengan berbagai nama seperti Mud fever, Slime fever (Shlamn fieber), Swam fever, Autumnal fever, Infectious jaundice, Field fever, Cane cutter

dan lain-lain(1) Gejala klinik yang timbul mulai dari ringan sampai berat bahkan menimbulkan kematian bila terlambat mendapat pengobatan(2) Berdasarkan berat ringannya gejala klinik, leptospirosis dibagi menjadi 2 jenis yaitu leptospirosis ringan (leptospirosis tanpa ikterik) dan leptospirosis berat (leptospirosis dengan ikterik) (2-4)

Leptospirosis yang sering dijumpai adalah bentuk yang ringan (85-90% kasus), dimana gejala yang timbul itu tidak khas, yang meliputi sakit kepala, demam, myalgia (flu-

like illness), keluhan gastrointestinal, manifestasi hemoragik ringan, seperti suffusi konjungtiva, sehingga biasanya pasien tidak terlalu mendapat perhatian medik.(2, 4-5) Pada leptospirosis yang berat (5-10% kasus), gejala yang timbul selain ikterus bisa ditemukan pneumonia, perdarahan, meningitis maupun gagal ginjal (4, 6)

Di Indonesia, leptospirosis merupakan penyakit yang selalu ada (emerging disease), sering ditemukan di DKI Jakarta, Jawa Barat, Jawa Timur, DI Yogyakarta, Lampung, Sumatera Selatan, Utara, Bali, NTB, Sulawesi Selatan, Kalimantan Timur dan Kalimantan Barat. Leptospirosis seringkali luput dari diagnosis karena gejala klinis tidak spesifik dan sulit dilakukan konfirmasi diagnosis tanpa uji laboratorium (7)

Di Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta pada tahun 2011 ditemukan 626 kasus Leptospirosis dengan angka kematian (CFR) sebesar 6,87% yang tersebar di seluruh kabupaten/kota. Data yang diperoleh dari Dinas Kesehatan Provinsi DIY menunjukkan bahwa CFR yang tertinggi terjadi di Kota Yogyakarta. Dari 38 penderita yang ditemukan tahun 2011, 7 penderita di antaranya meninggal dunia, yang berarti CFR-nya sebesar 18,42 %, Hasil penyelidikan epidemiologi menunjukkan bahwa tidak satupun dari 38 penderita tersebut ditemukan oleh puskesmas sehingga memberikan asumsi ketidaksiapan puskesmas dan masyarakat dalam mendeteksi kasus leptospirosis.

Leptospirosis erat kaitannya dengan perilaku kebersihan individu (personal hygiene) dan sanitasi lingkungan sebagai faktor risiko. Dalam pengendalian penyakit leptospirosis juga harus memperhatikan faktor lain yaitu managerial yang peranannya sangat menentukan terutama dalam pelaksanaan program pengendalian penyakit menular khususnya leptospirosis, mengingat

manajemen merupakan suatu proses kegiatan yang meliputi perencanaan, pelaksanaan, dan pengawasan, monitoring dan evaluasi untuk mencapai tujuan organisasi yang telah ditetapkan.

Dinas Kesehatan Kota Yogyakarta merupakan salah satu unsur pelaksana teknis Pemerintah Daerah Kota Yogyakarta yang bertanggung jawab terhadap pembangunan bidang kesehatan dalam meningkatkan derajat manusia memiliki 18 puskesmas dan 12 puskesmas pembantu, dimana setiap puskesmas terdapat seorang Petugas Surveilans yang bertanggung jawab terhadap semua peristiwa yang berkaitan dengan penyakit menular termasuk leptospirosis. Dalam berbagai keterbatasannya, Petugas Surveilans harus melaksanakan Surveilans Epidemiologi agar dapat dilakukan penanggulangan yang efektif dan efisien terhadap masalah kesehatan masyarakat tersebut. Pembinaan terhadap petugas surveilans puskesmas sudah dilakukan melalui pertemuan koordinasi, dengan memberikan umpan balik / feedback dan sekaligus dilakukan validasi data.

Pembinaan juga melalui penyegaran program dengan mengadakan pelatihan yang berkaitan dengan surveilans baik tentang penyakit menular ataupun tidak menular. Dalam rangkaian kegiatan tersebut sangat diperlukan suatu perencanaan dan pelaksanaan yang tepat sehingga pada pelaksanaan penanggulangannya dapat lancar dan terarah. Monitoring dan evaluasi yang terpadu diperlukan agar kesalahan yang pernah terjadi tidak terulang kembali yang pada akhirnya dapat menurunkan angka kesakitan ataupun angka kematian secara bermakna.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian kajian epidemiologi managerial pelaksanaan penanggulangan leptospirosis ini

merupakan penelitian epidemiologi observasional dengan pendekatan Cross-sectional dimana pengukuran variabel bebas dan variabel terikat dilakukan hanya satu kali pada satu saat, artinya tidak ada follow-up atau tidak ada prosedur tindak lanjut. Ukuran epidemiologi yang digunakan adalah rasio prevalens, yang dihitung dengan membagi prevalens efek pada kelompok dengan faktor risiko dengan prevalens efek pada kelompok tanpa faktor risiko.(8)

Penelitian ini dilaksanakan di Kota Yogyakarta pada bulan Mei – Juli 2012. Populasi studi pada penelitian ini adalah semua Petugas Surveilans Puskesmas di Kota Yogyakarta

Sampel pada penelitian ini petugas surveilans puskesmas yang berjumlah 18 orang dari 18 puskesmas, artinya bahwa semua petugas pemegang program surveilans puskesmas diambil atau dijadikan sebagai sampel atau biasa disebut total sampling atau sampel jenuh. Sampling jenuh adalah teknik penentuan sampel yang digunakan jika semua anggota populasi menjadi sampel. Pada umumnya sampel penelitian seperti ini dilakukan apabila mempunyai jumlah sampel yang relatif kecil, kurang dari 30 orang.(9)

Variabel bebas penelitian ini adalah aspek manajerial pada tahapan perencanaan, tahapan pelaksanaan serta tahapan pengawasan, monitoring dan evaluasi. Sedangkan variabel terikat dalam penelitian ini adalah keberhasilan program pelaksanaan penanggulangan leptospirosis di Kota Yogyakarta, di dalam sudut pandang manajerial berupa kelengkapan dan ketepatan laporan mingguan W2. Pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan kuesioner, observasi data laporan dan indepth interview pada Petugas Surveilans Puskesmas dan Kepala Puskesmas.

Pengolahan dan analisis data pada penelitian ini dilakukan menggunakan alat

bantu komputer dengan program SPSS for windows release 13.0. Data yang terkumpul diolah secara univariat untuk melihat deskripsi dari karakteristik responden dan dari setiap variabel. Pengolahann secara bivariat melalui analisis Prevalensi Rasio (PR) dengan uji Chi square menggunakan tabel 2x2 untuk mengetahui faktor risiko yang mempengaruhi variabel terikat (10).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kota Yogyakarta mempunyai luas wilayah 32,50 Km² dengan pembagian wilayah menjadi 14 kecamatan, 45 kelurahan, 616 rukun warga dan 2.522 rukun tetangga. Kepadatan penduduk Kota Yogyakarta 14.086 jiwa/km², sedangkan rasio penduduk laki-laki dan perempuan 1: 0,9907. Laju pertumbuhan penduduk Kota Yogyakarta rata-rata 1,12% per tahun (BPS Kota Yogyakarta). Jumlah Penduduk Kota tahun 2010 sebesar 447.143 jiwa dengan proporsi jumlah penduduk menurut jenis kelamin laki-laki 217.378 dan perempuan 229.765

Dinas Kesehatan sebagai salah satu Unit Pelaksana Teknis (UPT) Pemerintah Daerah Kota Yogyakarta membawahi 18 puskesmas, 11 puskesmas pembantu dan 18 puskesmas keliling. Petugas surveilans puskesmas merupakan salah satu dari petugas puskesmas yang melakukan pelayanan kepada masyarakat khususnya di bidang penanggulangan penyakit menular, termasuk leptospirosis, dimana setiap puskesmas hanya memiliki 1 orang petugas surveilans.

Distribusi umur petugas surveilans puskesmas antara 25 – 52 tahun dan rerata adalah 42 tahun. Masa kerja petugas surveilans puskesmas antara 3 – 24 tahun, sementara lamanya sebagai pemegang program surveilans puskesmas antara 1 – 15 tahun dan reratanya adalah 5 tahun. Dari 18 petugas surveilans puskesmas sebagian besar berjenis kelamin perempuan yaitu sebanyak

16 orang (88,89 %). Tingkat pendidikan petugas surveilans puskesmas sudah cukup memadai, 50 % sudah menempuh tingkat S-1/D-IV, 27,78 % berpendidikan D-III dan hanya 22,22 % saja yang berpendidikan SMA.

Salah satu indikator keberhasilan penanggulangan leptospirosis dengan melaksanakan kegiatan kewaspadaan dini yaitu terselenggaranya sistem pelaporan yang

lengkap dan tepat. Laporan Mingguan Wabah (W2) adalah salah satu laporan yang harus dilaksanakan oleh petugas surveilans puskesmas. Dari 18 puskesmas masih terdapat 8 puskesmas (44,44 %) yang belum melaksanakan pelaporan secara lengkap dan tepat. Secara keseluruhan laporan mingguan wabah (W2) yang lengkap dan tepat baru 80 %. Hal ini dapat terlihat jelas pada table berikut.

Tabel 1: Absensi Laporan Mingguan Wabah (W2) per Puskesmas Tahun 2011

| NO | PUSKESMAS | JENIS LAPORAN | JML | % | % KELENGKAPAN/KETEPATAN |
|----|-----------------|---------------|-----|-----|-------------------------|
| 1 | Pakualaman | Kelengkapan | 52 | 100 | 99 |
| | | Ketepatan | 51 | 98 | |
| 2 | Ngampilan | Kelengkapan | 43 | 83 | 54 |
| | | Ketepatan | 13 | 25 | |
| 3 | Mergangsan | Kelengkapan | 51 | 98 | 76 |
| | | Ketepatan | 28 | 54 | |
| 4 | Kotagede I | Kelengkapan | 51 | 98 | 99 |
| | | Ketepatan | 52 | 100 | |
| 5 | Kotagede II | Kelengkapan | 52 | 100 | 92 |
| | | Ketepatan | 44 | 85 | |
| 6 | Gondokusuman I | Kelengkapan | 50 | 96 | 71 |
| | | Ketepatan | 24 | 46 | |
| 7 | Gondokusuman II | Kelengkapan | 51 | 98 | 92 |
| | | Ketepatan | 45 | 87 | |
| 8 | Danurjan I | Kelengkapan | 36 | 69 | 40 |
| | | Ketepatan | 6 | 12 | |
| 9 | Danurjan II | Kelengkapan | 51 | 98 | 57 |
| | | Ketepatan | 8 | 15 | |
| 10 | Umbulharjo I | Kelengkapan | 52 | 100 | 98 |
| | | Ketepatan | 50 | 96 | |
| 11 | Umbulharjo II | Kelengkapan | 50 | 96 | 94 |
| | | Ketepatan | 48 | 92 | |
| 12 | Gandomanan | Kelengkapan | 51 | 98 | 88 |
| | | Ketepatan | 40 | 77 | |
| 13 | Mantrijeron | Kelengkapan | 52 | 100 | 87 |
| | | Ketepatan | 38 | 73 | |
| 14 | Wirobrajan | Kelengkapan | 52 | 100 | 57 |
| | | Ketepatan | 7 | 13 | |
| 15 | Gedongtengen | Kelengkapan | 41 | 79 | 72 |
| | | Ketepatan | 34 | 65 | |
| 16 | Kraton | Kelengkapan | 52 | 100 | 71 |
| | | Ketepatan | 22 | 42 | |
| 17 | Jetis | Kelengkapan | 52 | 100 | 94 |
| | | Ketepatan | 46 | 88 | |
| 18 | Tegarejo | Kelengkapan | 52 | 100 | 97 |

| NO | PUSKESMAS | JENIS LAPORAN | JML | % | % |
|----|--------------|-----------------------|-----|----|----|
| | | KELENGKAPAN/KETEPATAN | | | |
| | | Ketepatan | 49 | 94 | |
| | Total | Kelengkapan | 892 | 95 | 80 |
| | | Ketepatan | 604 | 65 | |

Analisis bivariat.

Anlisis bivariat menggunakan Analisa Prevalensi Ratio (PR) dengan uji *Chi Square* digunakan untuk mengetahui faktor yang mempengaruhi dari aspek manajerial petugas

surveilans puskesmas terhadap kengkapan dan ketepatan laporan mingguan W2 dalam keberhasilan program penanggulangan leptospirosis.

Tabel 2: Analisis Bivariat Aspek Manajerial Petugas Surveilans Puskesmas terhadap Keberhasilan Pelaksanaan Penanggulangan Leptospirosis di Kota Yogyakarta

| No | Manajerial | Kelengkapan Laporan | | | | PR | p-value |
|----|-------------------------------------|-------------------------|-------|-------------------|-------|-----|---------|
| | | Tidak Lengkap dan Tepat | | Lengkap dan Tepat | | | |
| | | f | % | f | % | | |
| 1 | Perencanaan | | | | | 1,6 | |
| | Sedang | 2 | 66.67 | 1 | 33,33 | 6 | 0.069 |
| | Baik | 6 | 40.00 | 9 | 60.00 | | |
| 2 | Pelaksanaan | | | | | 1,1 | |
| | Sedang | 1 | 50 | 1 | 50 | 4 | 0.706 |
| | Baik | 7 | 43.75 | 9 | 56.25 | | |
| 3 | Pengawasan, monitoring dan Evaluasi | | | | | 3,3 | |
| | Sedang | 5 | 83,33 | 1 | 16,67 | 3 | 0.002 |
| | Baik | 3 | 25,00 | 9 | 75,00 | | |
| | Total | 8 | 44.44 | 10 | 55.56 | | |

Dari tabel terlihat bahwa aspek manajerial pada tahapan perencanaan tidak berpengaruh terhadap kelengkapan dan ketepatan laporan mingguan W2 dalam keberhasilan program penanggulangan leptospirosis, demikian juga aspek manajerial pada tahapan pelaksanaan dengan ditunjukan nilai p-value berturut turut 0,069 dan 0,706 Sedang aspek manajerial pada tahapan pengawasan, monitoring dan evaluasi berpengaruh terhadap kelengkapan dan ketepatan laporan mingguan W2 dalam keberhasilan program penanggulangan leptospirosis yang ditunjukan nilai PR 3,33 dan p-value 0,002.

Penanggulangan leptospirosis harus dilakukan dengan komperehensif dan menyeluruh baik dari lingkungan maupun dari manusianya sendiri, juga secara fisik yaitu penanganan terhadap vektor penularnya dan yang tidak bisa diabaikan adalah dari sisi manajerial. Integritas program merupakan hal yang penting dan diperlukan untuk mendasari program penanggulangan tersebut, dimana integritas itu terdiri dari standar dan kebijakan pemerintah, transparasi, akuntabilitas, partisipasi aktif dan etika profesional.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada tahapan perencanaan terbukti tidak berpengaruh terhadap kelengkapan dan ketepatan laporan mingguan W2 dalam keberhasilan program penanggulangan leptospirosis demikian pula aspek manajerial pada tahap pelaksanaan dengan ditunjukkan nilai p-value berturut turut 0,069 dan 0,706 Hal ini dapat terjadi kemungkinan karena ketika petugas surveilans puskesmas menyusun perencanaan, berorientasi atau dipandang sebagai suatu kewajiban yang harus dilaksanakan. Selain itu karena kesibukan petugas surveilans puskesmas karena ketugasannya yang merangkap sehingga terkesan dalam pembuatan perencanaan hanya asal jadi.

Penelitian lain senada dengan hasil penelitian ini yang mengemukakan bahwa sukses perencanaan tergantung atas kemampuan dan kecakapan perencana dan di dalam menyusun perencanaan harus memasukan alokasi waktu untuk setiap bagian dari aktifitas, dengan keterbatasan waktu menimbulkan perencanaan kurang optimum(11)

Perencanaan sebagai suatu proses yang berorientasi masa depan secara sistematis menentukan arah, menentukan sebuah sasaran dan tindakan untuk mencapai tujuan. Perencanaan sangat penting untuk semua fungsi manajerial dan merupakan salah satu kegiatan yang paling penting dimana perencanaan bertanggung jawab untuk kegiatan program kesehatan(12) Konsistensi dalam penyusunan perencanaan harus dijaga karena perencanaan adalah proses mempersiapkan serangkaian keputusan untuk tindakan yang akan datang yang digunakan untuk mencapai sasaran dengan cara yang optimal, oleh karena itu proses perencanaan harus terjadi secara terus menerus dalam suatu unit organisasi.(13)

Hasil penelitian pada tahapan pelaksanaan juga tidak berpengaruh terhadap kelengkapan dan ketepatan laporan mingguan W2 dalam keberhasilan program penanggulangan leptospirosis. Keterbatasan ketenagaan kemungkinan menjadi penyebabnya dimana rasio 1 sarana kesehatan (puskesmas) dalam hal ini 1 petugas surveilans harus mengampu sebanyak 25.426 penduduk, selain itu kemungkinan karena ketugasan rangkap juga mempengaruhi.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada tahap pengawasan, monitoring dan evaluasi ini terbukti berhubungan terhadap keberhasilan pelaksanaan penanggulangan leptospirosis dengan ditunjukkan nilai p-value 0,002 dan PR sebesar 3,33. Hal ini terjadi kemungkinan adanya ketentuan dari Dinas Kesehatan Kota Yogyakarta yang mewajibkan bahwa laporan mingguan-W2 harus dilaporkan ke Dinas Kesehatan pada hari Selasa minggu berikutnya

Adanya pengawasan, monitoring dan evaluasi berupa dukungan dari Kepala Puskesmas sangat diperlukan untuk meningkatkan kinerja. Hal ini senada dengan hasil penelitian Sutarman yang menerangkan bahwa tidak ada motivasi dari pimpinan Puskesmas $OR=7,92$ (95% CI = 1,24 – 27,97) dan tidak ada perhatian dari pimpinan Puskesmas $OR=5,95$ (95% CI = 1,77 – 20,02) akan mempengaruhi keterlambatan petugas dalam menyampaikan laporan KLB dari puskesmas ke Dinas Kesehatan.(14)

4. KESIMPULAN

Aspek manajerial pada tahapan pengawasan, monitoring dan evaluasi terbukti berpengaruh terhadap kelengkapan dan ketepatan laporan W2 dalam keberhasilan program penanggulangan leptospirosis di Kota Yogyakarta. Peran Dinas Kesehatan Kota Yogyakarta khususnya Bidang Promosi, Pengembangan dan Sistem Informasi

Kesehatan selaku pembina langsung terhadap petugas surveilans puskesmas sangat besar. Aspek manajerial pada tahapan perencanaan dan tahapan pelaksanaan terbukti tidak berpengaruh terhadap kelengkapan dan ketepatan laporan W2 dalam keberhasilan program penanggulangan leptospirosis. Terdapat 4 puskesmas yang sangat bermasalah dengan sistem pelaporan mingguan W2 dari 18 puskesmas yang ada di Kota Yogyakarta. Sehingga diperlukan peningkatan kapasitas dan kedisiplinan petugas surveilans puskesmas, juga koordinasi dan kerja sama baik dengan Kepala Puskesmas maupun dengan sesama petugas puskesmas. Selain itu perlu meningkatkan ketrampilan dan pengetahuan tentang manajerial dan leptospirosis melalui pelatihan, seminar, termasuk pendidikan baik formal maupun informal.

5. DAFTAR PUSTAKA

- ASHRAE HANDBOOK, (2005), Fundamental American Society of Heating, Refrigeration and Air Conditioning Engineer, SI Edition
- WHO. Human Leptospirosis: Guidance For Diagnosis, Surveillance, And Control. 2003.
- Jawetz., Melnick, adelberg's. Mikrobiologi Kedokteran. Diterjemahkan Oleh Bagian Mikrobiologi Fakultas Kedokteran Universitas Air Langga. Surabaya: Salemba Medika;. 2001.
- P.N L. Leptospirosis. In: Clin. Microbiol. Rev.14(2). 2001.
- Muthusethupathi.M.A. Leptospirosis-Is There A Need For Concern ? [Http://Wwwcavingorguk/Wdic/Madras2000](http://Wwwcavingorguk/Wdic/Madras2000) Diakses 17 Desember 2011 [Serial On The Internet]. 2007.
- Wagenaar.F.P. GMGA, Sakundarno.M.S., Gasem.M.H., Mairuhu.A.T.A., Hartskeeri.R. What Role Do Coagulation Disorders Play In The Pathogenesis Of Leptospirosis? Tropical Medicine And International Health. 2007;Jan;12(1):111-22. 2007.
- Siswandari. Diagnosis Leptospirosis. Mandala Of Health 2006; Sept; 2(3):33-45. 2006.
- Kholis.Ernawati. Leptospirosis Sebagai Penyakit Pasca Banjir Serta Cara Pencegahannya. Widya Kedokteran, Nomor 274,Juli., 2007.
- Hulley SB CS, Browner WS, Grady D, Newman TB. Designing Clinical Research An Epidemiology Approach. 2 Ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins;. 2007.
- Sugiyono. Statistika Untuk Penelitian, CV. Alfabeta, Bandung. 2000.
- Petrie A SC. Medical Statisticat A Glance. London: Blackwell Science; . 2000.
- Ningsih.D. Perencanaan Dalam Pengadaan Barang/Jasa Pemerintah Pada Kantor Wilayah Badan Pertanahan Nasional (BPN) Provinsi Jawa Tengah. Semarang: Universitas Diponegoro; . 2010.
- Peddecorn.K.M. "Public Health Management Tools Planning" In Maxcy-Roseu-Last: Public Health And Preventive Medicine, 14th Ed., Edited By R.B.Wallace And B.N.Doebbeling, Stamford,CT:Appleton & Lang. 1998.
- Quade.B.S. Analysis For Public Desicion, North-Bolland, New York, . 1984.
- Sutarman. Faktor-Faktor Yang Berhubungan Dengan Keterlambatan Petugas Dalam Menyampaikan Laporan KLB Dari Puskesmas Ke Dinas Kesehatan Kota Semarang (Studi Di Kota Semarang). Semarang: Diponegoro;. 2008.

PENGARUH PENAMBAHAN VITAMIN E TERHADAP KUALITAS SUSU KELAPA (COCONUT MILK) DENGAN VARIASI WAKTU

Yuni Fatisa¹, Descawella²

Program Studi Pendidikan Kimia, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau
Email: yunifatisa@yahoo.co.id

ABSTRAK

Susu kelapa mengandung lemak dan protein serta kadar air yang tinggi sehingga menyebabkan produk ini mudah rusak. Untuk mendapatkan susu kelapa yang awet atau tidak mudah rusak, maka perlu ditambahkan bahan pengawet alami seperti vitamin E. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui ada atau tidaknya pengaruh penambahan vitamin E terhadap bilangan peroksida, pH, dan kadar protein dengan variasi waktu. Perubahan kualitas yang diamati berupa bilangan peroksida ditentukan dengan cara titrasi, pH ditentukan dengan pHmeter dan, kadar protein ditentukan dengan metode kjedhal dengan variasi waktu 0 (kontrol), 4, 8, dan 12 hari pada suhu 30C. Kualitas susu kelapa yang ditambah dengan vitamin E 100 IU dengan variasi waktu 0 (kontrol), 4, 8, dan 12 hari masing-masing adalah: bilangan peroksida 0,3740; 0,4760; 0,6120; 0,6800 meq/kg, pH 6,1700; 5,9066; 4,7167 dan 4,0333, kadar protein 2,6657%; 2,3492%; 1,7163%; 0,8630%. Sedangkan kualitas susu kelapa tanpa penambahan vitamin E dengan variasi waktu 0 (kontrol), 4, 8, dan 12 hari masing-masing adalah: bilangan peroksida 0,3400; 0,5440; 0,8840; 1,1560 meq/kg, pH 6,1767; 4,6266; 3,1333; 2,2166, dan kadar protein 2,6561%; 1,5917%; 0,9876%; 0,4123%. Waktu maksimal penyimpanan terbaik untuk kualitas susu kelapa yang sesuai (bilangan peroksida dan pH dengan CODEX sedangkan kadar protein dengan SNI) adalah susu kelapa dengan penambahan vitamin E 100 IU sampai pada hari ke – 4.

Kata kunci: Susu kelapa, vitamin E, bilangan peroksida, pH, protein

1. PENDAHULUAN

Limbah pertanian yang tidak termanfaatkan dapat mencemari lingkungan dan mengganggu estetika. Limbah pertanian dapat diubah menjadi arang dan karbon aktif yang kemudian dapat dimanfaatkan sebagai pengendali cemaran bahan agrokimia (pestisida dan pupuk) dan logam berat di lahan pertanian melalui ameliorasi. Berbagai hasil pertanian dan limbah pertanian yang mengandung kadar selulosa tinggi dapat digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan karbon aktif [1].

Susu merupakan sumber gizi utama yang memiliki banyak fungsi dan manfaat. Penyusun utama susu adalah air,

protein, lemak, mineral dan vitamin. Susu kaya akan protein yang diperlukan untuk pertumbuhan dan perbaikan jaringan tubuh, meningkatkan imunitas dan mengandung asam amino yang menentukan tingkat kecerdasan anak-anak dalam masa pertumbuhan. Umumnya protein yang bermutu tinggi bersumber dari bahan hewani seperti daging, telur, susu, kedelai, jagung, gandum, kacang dan beras (Poedjadi dan Supriyanti, 2007).

Untuk penduduk dengan tingkat pendapatan yang relative rendah, tentunya sangat sulit memenuhi kebutuhan asam amino dengan mengkonsumsi protein hewani karena harganya tidak terjangkau. Karena itu,

mengonsumsi bahan makanan berbahan baku nabati merupakan salah satu solusi untuk memenuhi kebutuhan akan asam amino esensial.

Susu kelapa memiliki potensi untuk menggantikan susu sapi. Susu kelapa tidak mengandung laktosa seperti pada susu sapi sehingga dapat dikonsumsi oleh para penderita lactose intolerant. Selain itu, kandungan lemak pada susu kelapa adalah lemak nabati yang tidak mengandung kolesterol seperti yang ditemukan pada lemak hewani dalam susu sapi.

Susu kelapa adalah cairan susu yang diekstrak dari daging kelapa. Susu kelapa yang memiliki khasiat dalam membangun system kekebalan tubuh dan pertahanan tubuh. Ditinjau dari segi nutrisi, dalam 1 cangkir susu kelapa mengandung kalori sebesar 552 kal, total lemak 57,2 g, kolesterol 0 mg, natrium 36 mg, total karbohidrat 13,3 g, protein 5,5 g, vitamin C 11%, kalsium 4%, dan besi 22% (Anonim, 2012). Susu kelapa mengandung vitamin, mineral dan elektrolit penting yang menyediakan beragam manfaat bagi tubuh.

Oksidasi merupakan proses degeneratif yang dipacu oleh radikal bebas dan menyebabkan ketengikan dan penurunan nutrisi produk pangan (Kim, 2012). Untuk mencegah proses oksidasi tersebut diperlukan senyawa antioksidan yang dapat menunda, memperlambat dan mencegah proses oksidasi.

Vitamin E salah satu vitamin yang larut dalam lemak dan bersifat sebagai antioksidan (Winarno, 2004). Vitamin E mempunyai kemampuan memutuskan berbagai rantai reaksi radikal bebas sebagai akibat kemampuannya memindahkan hidrogen fenolat pada radikal bebas dari asam lemak tidak jenuh ganda yang telah mengalami peroksidasi (Elmatris, dkk, 2012). Hasil penelitian sebelumnya menyatakan bahwa

susu pasteurisasi yang difortifikasi omega-3 dengan konsentrasi DHA 1% dan ditambah dengan antioksidan (vitamin E) akan tahan lebih dari 9 hari apabila disimpan pada suhu 40C dan proses pasteurisasi dilakukan dua kali, yaitu sebelum ditambahkan DHA dan sesudah ditambahkan DHA (Sakinah, 2012).

Susu kelapa salah satu bahan pangan yang mudah rusak karena kandungan air, lemak dan protein yang cukup tinggi sehingga mudah ditumbuhi oleh mikroorganisme pembusuk. Susu kelapa yang tidak diberi perlakuan akan cepat rusak biarpun disimpan pada suhu dingin, hal ini karena mikroba susu kelapa memiliki waktu generasi yang singkat (Sukasih, Prabawati, dan Hidayat, 2012)

Pengawetan secara thermal sulit diterapkan pada susu kelapa, karena susu kelapa tidak dapat disterilisasikan dengan pemanasan sebagaimana dilakukan terhadap produk yang lain. Hal ini disebabkan susu kelapa mengalami koagulasi jika dipanaskan diatas suhu 80oC (Sukardi, 2012) dan aroma (flavor) kelapa yang harum sebagian besar akan hilang (Peemprasart dan Chiecwan,2005). Hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa TPC (Total Plate Count) santan mencapai batas yang menyebabkan kerusakan organoleptik adalah sebesar (1,2x10⁶-1,7x10⁸ CFU/ml) hanya dalam waktu 6 jam pada penyimpanan 350 C. Selain kerusakan oleh mikroba, santan sangat rentan terhadap kerusakan kimia (termasuk enzimatik), khususnya melalui oksidasi lemak dan hidrolisis yang menghasilkan bau dan rasa yang tidak enak (Prihatini, 2008). Dengan demikian diperlukan penambahan pengawet makanan yang bertujuan untuk membuat makanan tampak lebih berkualitas ,tahan lama, menarik, serta rasa dan teksturnya lebih sempurna. Penggunaan bahan pengawet dapat menjadikan bahan makanan bebas dari

kehidupan mikroba baik yang bersifat pathogen maupun non pathogen yang dapat menyebabkan kerusakan bahan makanan seperti pembusukan. Salah satu pengawet yang pernah digunakan dalam pengawetan krim santan kelapa adalah kalium sorbat. Hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penggunaan kalium sorbat 0,1 % dapat menekan pertumbuhan mikroba dan memperpanjang daya simpan santan selama 3 hari pada suhu ruang.

Kerusakan pada susu dapat diketahui dari perubahan pH, semakin banyak aktifitas bakteri yang merubah laktosa menjadi asam laktat maka pH susu akan semakin turun (asam) sehingga susu menjadi basi (Sakinah, dkk, 2012). Adanya perubahan pH menyebabkan suatu jenis pigmen mengalami perubahan warna, demikian pula protein akan mengalami denaturasi dan penggumpalan (Susiwi, 2009). Selain itu dalam proses oksidasi yang menghasilkan malondialdehid (MDA) dapat bereaksi dengan protein sehingga protein dengan mudah terdenaturasi. Penelitian ini bertujuan pengaruh penambahan vitamin E pada variasi waktu terhadap kualitas susu kelapa (Coconut milk) yang meliputi bilangan peroksida, uji pH, dan kadar protein .

2. METODOLOGI PENELITIAN

Alat

Alat yang digunakan antara lain timbangan analitik, blender, peralatan gelas laboratorium, oven, alat kjeltek, pH – meter, dan buret.

Bahan.

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah vitamin E 100 IU, susu kelapa , H₂SO₄glasial, katalis (1,5 g K₂SO₄ dan 7,5 g MgSO₄), H₂SO₄ 0,1N, H₃BO₃, metilen red, metilen blue, aquadest, NaOH 40%, CHCl₃, CH₃COOH glasial , Na₂S₂O₃ 0,01N ,amilum 1%, Na₂S₂O₃(s), HCl 4N, NaOH 0,1N, KI

jenuh, K₂Cr₂O₇.

Ekstraksi Susu Kelapa

Sebanyak 1 kg kelapa parut ditambahkan dengan 1000 mL air hangat. Penambahan air hangat dilakukan secara bertahap sebanyak tiga kali yaitu 400 mL, 300 mL, 300 mL. Setelah penambahan air hangat kelapa diperas sehingga diperoleh santan yang disebut dengan susu kelapa, kemudian dipasteurisasi pada suhu 75 OC/31,2 menit, setelah dipasteurisasi susu kelapa dibagi kedalam 8 botol penyimpanan, yang terdiri dari 4 botol susu kelapa masing-masing 60 ml ditambahkan vitamin E 100 IU (66,7 mg d- α tochoferol), dan 4 botol berisi susu kelapa tanpa vitamin E. Kemudian dilakukan pengukuran bilangan peroksida, pH, dan kadar protein dengan variasi waktu 0, 4, 8 dan 12 hari dengan suhu penyimpanan 3 OC.

Penentuan Bilangan Peroksida (AOAC, 1995)

Menimbang 5 g sampel dan memasukkannya ke dalam erlenmeyer 250 mL. Kemudian dimasukkan 30 mL campuran pelarut (terdiri dari kloroform dan asam asetat glacial 2:3) melarutkan sampel dengan cara menggoyang-goyangkan erlenmeyer dengan kuat. Kemudian ditambahkan 0,5 mL KI jenuh sambil dikocok. Kemudian ditambahkan 30 mL aquades dan mengocoknya dengan kuat. Kelebihan iod dititrasi dengan Na₂S₂O₃ 0,01 N dengan larutan amilum sebagai indikator. Dengan cara yang sama dibuat juga penentuan blanko.

$$\text{Bilangan Peroksida} = \frac{(V_S - V_B) \times N}{g} 1000$$

Keterangan:

VB = Volume larutan Na₂S₂O₃ 0,01 N untuk titrasi blanko (mL)

VS = Volume larutan Na₂S₂O₃ 0,01 N untuk titrasi sampel (mL)

N = Normalitas larutan standar yang digunakan

m = bobot sampel (gram)

Uji pH (SNI 01-2981-1992)

Metoda pengukuran pH menggunakan pH meter

Penentuan Kadar Protein (Foss Analytical, 2003)

Ditimbang sejumlah kecil sampel 2 gr dimasukkan kedalam digestion tubes straight kemudian ditambahkan katalis (1,5 g K_2SO_4 dan 7,5 g $MgSO_4$) sebanyak 2 buah. Ditambah asam sulfat(glasial) 6 ml, kemudian sampel didestruksi pada suhu 4250C selama 1 jam sampai cairan menjadi jernih (kehijauan), sampel didinginkan , ditambahkan aquadest 30 ml secara perlahan – lahan, sampel dipindahkan ke dalam alat destilasi. Disiapkan erlenmeyer 125 ml yang berisi 25 ml larutan H_3BO_3 , 7 ml etilen reddan 10 ml bromkresol green. Ujung tabung kondensor harus terendam dibawah larutan H_3BO_3 . Kemudian ditambahkan larutan NaOH 30 ml ke dalam erlenmeyer, kemudian lakukan destilasi ($\pm 3 - 5$ menit) sampai warna larutan menjadi kuning. Dilakukan titrasi untuk setiap sampel dengan larutan H_2SO_4 0,1N

$$\%N = \frac{(\text{ml } H_2SO_4 - \text{ml blanko}) \times N H_2SO_4 \times 14,007}{\text{berat sampel (mg)}} \times 100$$

% Protein = % N x faktor konversi`

Keterangan

5,30 = factor konversi susu dari nitrogen ke protein

14,007 = Ar nitrogen

N = normalitas

Teknik Analisis Data

Pada penelitian ini, analisis data yang digunakan adalah dengan menggunakan Anova dua arah (two factorial design). Analisis ini digunakan untuk mengetahui ada atau tidaknya perbedaan pengaruh waktu penyimpanan terhadap kualitas susu kelapa

dengan atau tanpa penambahan vitamin E.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bilangan Peroksida

Bilangan peroksida adalah nilai terpenting untuk menentukan derajat kerusakan pada minyak atau lemak. Asam lemak tidak jenuh dapat mengikat oksigen pada ikatan rangkapnya sehingga membentuk peroksida (Astuti, dkk, 2009). Hal ini disebabkan oleh adanya proses oksidasi pada saat proses pemasakan atau penyimpanan minyak, sehingga dapat meningkatkan jumlah peroksida.

Hasil persentase bilangan peroksida susu kelapa dengan dan tanpa penambahan vitamin E selama waktu penyimpanan dapat dilihat pada Tabel 1. dan atau Gambar 2 berikut:

Tabel 1. Bilangan Peroksida Susu Kelapa Tanpa dan dengan Penambahan Vitamin E

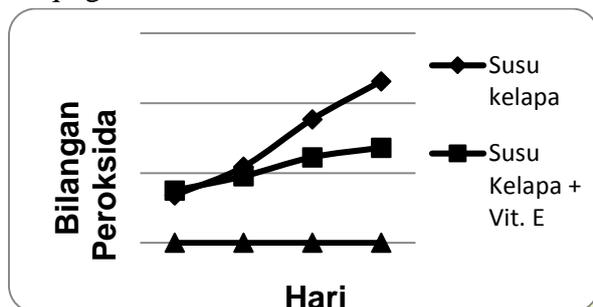
| Waktu | Bilangan Peroksida (meq / kg) | |
|---------|-------------------------------|----------------------|
| | Susu kelapa | Susu kelapa + vit. E |
| Hari 0 | 0,3400 | 0,3740 |
| Hari 4 | 0,5440 | 0,4760 |
| Hari 8 | 0,8840 | 0,6120 |
| Hari 12 | 1,1560 | 0,6800 |

Hasil analisis bilangan peroksida dari susu kelapa tanpa penambahan vitamin E dan dengan penambahan vitamin E dengan variasi waktu (kontrol), 4, 8, dan 12 hari, menunjukkan bilangan peroksida meningkat seiring bertambahnya waktu penyimpanan.

Dari grafik dapat dilihat bahwa bilangan peroksida susu kelapa dengan penambahan vitamin E lebih rendah daripada bilangan peroksida tanpa penambahan vitamin E , artinya vitamin E dapat mengurangi oksidasi pada susu kelapa sehingga dapat mengurangi kenaikan bilangan peroksida susu kelapa.

Hasil bilangan peroksida susu kelapa memasuki hari keempat, pada semua variasi

waktu dalam penelitian ini, sudah tidak memenuhi persyaratan standar, yaitu CODEX 19-1991 rev. 2-1999 sebesar ≤ 3 meq/kg.



Gambar 1. Grafik Bilangan Peroksida Susu Kelapa dengan dan Tanpa Penambahan Vitamin E

Oksidasi terjadi pada ikatan tidak jenuh dalam asam lemak. Pada suhu kamar sampai dengan suhu 1000 C, setiap satu ikatan tidak jenuh dapat mengabsorpsi 2 atom oksigen, sehingga terbentuk persenyawaan peroksida yang bersifat labil. Selanjutnya, degradasi hidroperoksida akan membentuk berbagai senyawa aldehid yang bersifat volatil dan berkontribusi pada pembentukan bau tengik. Proses pembentukan peroksida ini dipengaruhi oleh suhu, konsentrasi oksigen, cahaya, logam, aktivitas air, prooksidan, antioksidan, dan katalis (Kusnandar 2010).

Selanjutnya selama oksidasi lipid akan terbentuk malondialdehid (MDA) yang dapat bereaksi dengan gugus amino bebas pada protein, fosfolipid dan asam nukleat sehingga merusak struktur dan fungsinya. Akibatnya sintesis dan fungsi protein terganggu. Selain itu, jika radikal bebas menyerang asam



Bahan pangan yang berlemak seperti minyak dengan kadar air dan kelembaban udara tertentu juga merupakan medium yang baik bagi pertumbuhan jamur. Jamur tersebut mengeluarkan enzim, misalnya enzim lipo clastic yang dapat menguraikan trigliserida menjadi asam lemak bebas dan

nukleat maka akan menimbulkan gangguan pada molekul DNA yang berakibat terbentuknya mutasi basa-basa nitrogen serta berakhir dengan pembentukan karsinogenesis.

Dalam penelitian ini vitamin E berfungsi melindungi asam-asam lemak dari oksidasi dengan cara menangkap radikal-radikal bebas. Radikal vitamin E bersifat stabil dan tidak bereaksi dengan asam-asam lemak Poly Unsaturated Fatty Acid (PUFA) (Rukmiasih, 2013) sehingga dapat mencegah peningkatan produktifitas malondialdehid (MDA). Dari penelitian yang dilakukan secara in vitro diperoleh informasi bahwa antara vitamin E dan C terdapat interaksi yang bersifat sinergistik dalam fungsinya sebagai antioksidan. Vitamin E berperan sebagai antioksidan lipofilik sedangkan vitamin C sebagai antioksidan hidrofilik .

Seperti yang telah disebutkan diatas kerusakan bahan pangan selama masa penyimpanan juga dapat disebabkan oleh aktifitas enzim peroksida. Dalam proses oksidasi lipid enzim peroksida sebagai biokatalis dapat mengoksidasi asam lemak tidak jenuh sehingga terbentuk peroksida. Disamping itu enzim peroksida dapat mengoksidasi asam lemak jenuh pada ikatan karbon atom β , sehingga membentuk asam keton dan akhirnya metil keton, dengan reaksi sebagai berikut:

gliserol (Ketaren, 1986).

Penentuan pH

Hasil penentuan pH pada susu kelapa dengan dan tanpa penambahan vitamin E ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Uji pH Susu Kelapa Tanpa dan dengan Penambahan Vitamin E

| Waktu | pH | |
|---------|-------------|----------------------|
| | Susu kelapa | Susu kelapa + vit. E |
| Hari 0 | 6,1767 | 6,1700 |
| Hari 4 | 4,6266 | 5,9066 |
| Hari 8 | 3,1333 | 4,7167 |
| Hari 12 | 2,2166 | 4,0333 |

Dari tabel 2. terlihat bahwa pH susu kelapa baik yang diberi vitamin E ataupun tanpa pemberian vitamin E semakin menurun dengan bertambahnya lama penyimpan 0, 4, 8, dan 12 hari.

Dalam penelitian ini nilai pH untuk susu kelapa dengan vitamin E dengan variasi waktu masih memenuhi satandar (CODEX,2003 yaitu minimal 5,9) sampai pada hari ke 4.

Selama masa penyimpanan pH pada susu kelapa mengalami penurunan yang signifikan baik susu kelapa yang diberi penambahan vitamin E ataupun yang tidak diberi penambahan vitamin E.

**Gambar 3.** Grafik pH Susu Kelapa dengan dan Tanpa Penambahan Vitamin E

Selama masa penyimpanan diperoleh nilai pH susu kelapa tanpa penambahan vitamin E dengan variasi waktu 0, 4, 8, dan 12 hari secara berturut – turut sebesar 6,1767; 4,6266; 3,1333; 2,2166. Sedangkan susu kelapa yang ditambahkan dengan vitamin E dengan variasi waktu 0, 4, 8, dan 12 hari secara berturut – turut sebesar 6,1700; 5,9066; 4,7167; 4,0333. Susu kelapa dengan vitamin E pada semua variasi waktu

masih memenuhi standar (CODEX, 2003 yaitu minimal 5,9) sampai pada hari ke 4.

Dari gambar 3 dapat dilihat bahwa secara keseluruhan nilai pH susu kelapa dengan vitamin E ataupun tanpa vitamin E mengalami penurunan tetapi, susu kelapa yang ditambah dengan vitamin E memiliki nilai pH yang lebih tinggi dari susu kelapa tanpa penambahan vitamin E. Ini berarti vitamin E mampu mengurangi terjadinya penurunan pH pada susu kelapa. Penurunan pH disebabkan karena adanya kerusakan mikrobiologis dimana perusakannya dengan cara menghidrolisis atau merusak jaringan atau makromolekul penyusun bahan menjadi molekul – molekul kecil seperti karbohidrat menjadi gula sederhana atau asam organik, protein menjadi peptida, asam amino dan gas amino, lemak menjadi gliserol dan asam lemaknya. Terurainya makromolekul ini menyebabkan penurunan pH.

Susu kelapa yang tidak diberi perlakuan akan cepat rusak biarpun disimpan pada suhu dingin, hal ini karena mikroba susu kelapa memiliki waktu generasi yang singkat yaitu 232 menit pada suhu 10°C dan 44 menit pada suhu 30°C (Sukasih, 2009). Banyaknya aktifitas bakteri yang merubah laktosa menjadi asam laktat sehingga susu kelapa menjadi basi mengakibatkan terjadinya penurunan pH (Sakinah, dkk, 2010). Adanya perubahan pH menyebabkan suatu jenis pigmen mengalami perubahan warna, demikian pula protein akan mengalami denaturasi dan penggumpalan (Susiwi, 2009). Menurut Nawansih dan Nurainy selama penyimpanan mikroba yang bersifat fermentatif dapat mengubah karbohidrat dan turunannya menjadi alkohol dan karbondioksida, dan selanjutnya dapat memproduksi asam.

Penentuan Kadar Protein

Kadar protein susu kelapa diukur menggunakan Metode Kjedhal. Hasil

persentase kadar protein susu kelapa dengan dan tanpa penambahan vitamin E selama waktu penyimpanan dapat dilihat pada tabel 3 berikut:

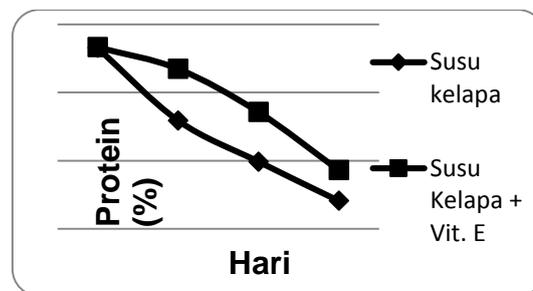
Tabel 3. Kadar Protein Susu Kelapa Tanpa dan dengan Penambahan Vitamin E

| Waktu | Protein (%) | |
|---------|-------------|----------------------|
| | Susu kelapa | Susu kelapa + vit. E |
| Hari 0 | 2,6561 | 2,6657 |
| Hari 4 | 1,5917 | 2,3492 |
| Hari 8 | 0,9876 | 1,7163 |
| Hari 12 | 0,4123 | 0,8630 |

Dari tabel 3. terlihat bahwa kadar protein susu kelapa baik yang diberi vitamin E atau pun tanpa pemberian vitamin E semakin menurun dengan bertambahnya lama penyimpanan 0, 4, 8, dan 12 hari.

Dalam penelitian ini kadar protein susu kelapa dengan vitamin E pada semua variasi waktu masih memenuhi standar (SNI 2,25 %) sampai pada hari ke 4.

Pada susu kelapa tanpa penambahan air komposisi protein secara umum berkisar 4 % dan dengan penambahan air sebesar 2% (Nio, 1992). Pada penelitian setelah dilakukan perhitungan terhadap kadar protein susu kelapa dengan metode kjedhal diatas selama masa penyimpanan maka diperoleh kadar protein susu kelapa tanpa penambahan vitamin E pada waktu 0, 4, 8, dan 12 hari secara berturut – turut sebesar 2,6561%, 1,5917%, 0,9876%, dan 0,4123%. Sedangkan susu kelapa yang ditambahkan dengan vitamin E pada waktu 0, 4, 8, dan 12 hari secara berturut – turut sebesar 2,6657%, 2,3492%, 1,7163%, dan 0,8630%.



Gambar 4.

Grafik Kadar Protein Susu Kelapa dengan dan Tanpa Penambahan Vitamin E

Bila dilihat dari besarnya persentase penurunan kadar protein pada gambar 4 menunjukkan bahwa persentase penurunan kadar protein pada susu kelapa dengan variasi waktu 4, 8, dan 12 hari yaitu susu kelapa tanpa vitamin E < susu kelapa dengan penambahan vitamin E setelah 0 hari. Artinya, vitamin E dapat mengurangi penurunan kadar protein susu kelapa dan sampai pada hari ke 4 masih sesuai standar (SNI; 2,25%).

Tokoferol merupakan antioksidan fenolik yang terdapat secara alami dalam minyak nabati dan berperan menjaga kualitas minyak dengan cara mengakhiri reaksi berantai radikal bebas (Anonim, 2011). Dalam penelitian ini vitamin E sebagai antioksidan berkemampuan memperlambat ataupun mencegah oksidasi molekul lain. Vitamin E dan β -karoten juga bersifat lipofilik, sehingga dapat berperan pada membran sel untuk mencegah peroksidasi lipid sehingga kecil kemungkinan terbentuknya malondialdehid (MDA) yang dapat bereaksi dengan gugus amino bebas pada protein, fosfolipid dan asam nukleat sehingga merusak struktur dan fungsinya. Maka dalam penelitian ini didapat kadar protein susu kelapa yang ditambah vitamin E tidak mengalami penurunan yang terlalu jauh dibandingkan susu kelapa tanpa penambahan vitamin E.

Pada susu kelapa protein berfungsi

sebagai emulgator antara minyak dan air. Penurunan kadar protein disebabkan oleh adanya denaturasi protein. Denaturasi merupakan peristiwa berubahnya ruang atau rantai polipeptida suatu molekul protein. Ikatan-ikatan yang membentuk konfigurasi molekul akan rusak dan molekul akan mengembang. Pengembangan molekul protein akan menyebabkan terbukanya gugus reaktif rantai polipeptida. Denaturasi protein menyebabkan ikatan antar asam amino menjadi terputus. Ikatan yang terputus tersebut kemudian bereaksi dengan ikatan pada karbohidrat membentuk senyawa melanoidin yang menyebabkan warna susu kelapa menjadi agak kecoklatan. Denaturasi terjadi akibat suhu yang terlalu tinggi ataupun pembekuan sehingga protein menjadi menggumpal.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh dapat diambil kesimpulan yaitu: Penambahan vitamin E mempengaruhi bilangan peroksida, nilai pH, dan kadar protein susu kelapa dengan variasi waktu. Kualitas susu kelapa yang ditambah vitamin E selama waktu penyimpanan 0 (kontrol), 4, 8, dan 12 hari masing-masing: bilangan peroksida 0,3740; 0,4760; 0,6120; 0,6800 meq/kg, pH 6,1700; 5,9066; 4,7167 dan 3,6800 dan kadar protein 2,6657%; 2,3492%; 1,7163%; 0,8630%. Vitamin E dapat mengurangi kerusakan kualitas susu kelapa yang meliputi pH, kadar protein, dan bilangan peroksida sampai hari ke – 4.

5. DAFTAR PUSTAKA

Widyastuti & Sunardi. 2007. Karakteristik Karbon Aktif dari Alang-alang (*Imperata*) yang Dibuat dengan Cara Kimia, *Jurnal Kimia dan Teknologi*, Universitas SetiaBudi.

Adhisuastuti, Dwi, 2009. Kadar Air dan Bilangan Asam dari Minyak Kelapa Yang dibuat Dengan Cara Tradisional dan Fermentasi. *Jurnal Kimia* 3(2):69-74. Jurusan Kimia FMIPA Universitas Udayana, Bukit Jimbaran.

Almatsier, Sunita. 2010. *Prinsip Dasar Ilmu Gizi*. PT. Gramedia Pustaka Umum, Jakarta.

Anonim, 2012. <http://nutritiondata.self.com/acts/nut-and-seed/products/3113/2#ixzz1mzwHYxAP> 4 April 2012.

Amin, Sarmidi. 2009. *Aneka Peluang Bisnis Kelapa*. Lily Publisher, Yogyakarta.

Astuti W., Wirawan T., dan Prabowo, A., 2009, Pembuatan Minyak Kelapa Secara Enzimatis Menggunakan Sari Jahe Gajah (*Zingiber officinal var.offinaum.*) dan Uji Bilangan Peroksidanya, *Jurnal Kimia Mulawarman*, Vol. 6 No. 2, h. 15-18

Destialisma, 2005.. Pengaruh Penggunaan Asam Cuka Terhadap Rendemen Produksi Minyak Kelapa Murni (Virgin Coconut Oil). Seminar Nasional

Djatkiko, B. 1983. Studi tentang Serat Daging Buah beberapa Varietas Kelapa dan tentang Stabilitas Emulsi Santan. Jurusan Teknologi Industri Pertanian, IPB. Bogor.

Elmatris Sy., Yustini Alioes, Almurdi, Faizah, 2012. Efek Pemberian Vitamin E Terhadap Penurunan Kadar Malondialdehid (MDA) Hati Mencit Strain Jepang Akibat Paparan Minyak Goreng Berulang

Fessenden dan Fessenden. 1982. *Kimia Organik* Ed. 3 Jilid 1. Erlangga Jakarta.

Hagenmaier, R. R., Lapitakwong dan Verasestakul, 1975. *Nutritive Value*

- and food Uses of Coconut Skim milk Solid. *Journal of Food Science*.40:1324
- Harjadi, W. 1990. *Ilmu Kimia Analitik Dasar*. PT. Gramedia, Jakarta
- Iriati, Ning dkk. 2007. Penggunaan Vitamin E dalam Pakan terhadap Fertilitas, Daya Tetas dan Bobot Tetas Telur Ayam Kampung. ISSN 1411 – 2027 Vol. 9 No.1. Fakultas Pertanian Universitas Jendral Soedirman. Purwokerto
- Kartikasari, Pertiwi, 2012. *Pabrik Coconut Milk Dari Buah Kelapa Dengan Proses Pasteurisasi (Linden) PraRencana Pabrik*. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur
- Ketaren, S.1986. *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*. UI-Press, Jakarta
- Koswara, Sutrisno. *Tepung Santan, Suatu Alternatif*. Pengawetan Ebookpangan.Com
- Kim, O.S. 2005. Radical Scavenging Capacity and Antioxidant Activity of the E Vitamer Fraction in Rice Bran. *J. Food Sci.* 70(3): 208
- Kusnandar, Feri. 2010. *Kimia Pangan: Komponen Makro*. PT.Dian Rakyat, Jakarta
- Lia, Yulia. 2012. *Penentuan Kadar Protein Metode Kjeldhal*. Erlangga, Jakarta
- Martius, Imin. 2007. *Produksi dan Penentuan Kualitas Virgin Coconut Oil (VCO) yang Dihasilkan Dengan Metode Pengasaman Dari Kelapa Provinsi Riau*, Skripsi tidak diterbitkan. Universitas Riau, Pekanbaru
- Muchtadi, Deddy. MS. 2012. *Pangan Fungsional Dan Senyawa Bioaktif*, Alfabeta, Bandung
- Nelson, David, L. dan M. Michael. 2007. *Lehninger Principles of Biochemistry*. Ed.4
- Olivia Femi, dkk. 2004. *Seluk Belok Food Supplement*. Buana Printing, Jakarta
- OeyKamNio. 1992. *Daftar Analisis Bahan Makanan*. Fakultas Kedokteran UI, Jakarta
- Paraksasi, Aminuddin. 1999. *Ilmu Nutrisi dan Makanan Ternak Ruminan*. UI Press, Jakarta
- Peemprasart, T dan N. Chiecwan. 2005. Effect of Fat Content and Preheat Treatment on the Apparent Viscosity of Coconut Milk After Homogenization. *Journal of Food Science* 77: 653-658
- Poedjadi, A. dan Supriyanti T. 2007. *Dasar – Dasar Biokimia*. UI – Press, Jakarta
- Prihatini, Indriani, 2008. *Analisa Kecukupan Panas Pada Proses Pasteurisasi Santan*, Skripsi Departemen Teknologi Industri Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor .
- Purnomo, Hari. Dan Adiono. 2007. *Ilmu Pangan*. UI Press, Jakarta.
- R.A. Day, Jr dan A.L. Underwood. 1986. *Analisis Kimia Kuantitatif*, Ed. 5. Terjemahan: Pudjaatmaka, A.H Erlangga, Jakarta.
- Raharjo, Sri. 2006. *Kerusakan Oksidatif Pada Makanan*. UGM Press, Yogyakarta.
- Rukmiasih, dkk, 2011. *Penggunaan Beluntas, Vitamin C dan E sebagai Antioksidan untuk Menurunkan Off-Odor Daging Itik Alabio dan Cihateup*. Departemen Ilmu dan Teknologi Peternakan Fakultas Peternakan IPB, Bogor.
- Sakinah N., Dwiyantri G., Darati S., 2010. *Pengaruh Penambahan Asam Dokosaheksaenoat (DHA) Terhadap*

- Ketahanan Susu Pasteurisasi. Jurnal Sains dan Teknologi 1 (2):170–176. Program Studi Kimia Jurusan Pendidikan Kimia FPMIPA UPI, Bandung.
- Setiono, dkk. 1990. Vogel 1 Buku Teks Analisis Anorganik Kualitatif Makro dan Semi mikro Ed. 5. Kalman Media Pusaka, Jakarta
- Soekardi, Yuliadi. 2012. Pemanfaatan dan Pengolahan Kelapa. CV. Yrama Widya, Bandung
- Sudarmadji, Slamet, dkk. 1984. Prosedur Analisa Untuk Bahan Makanan Dan Pertanian Ed.3 Liberty, Yogyakarta.
- Sukanto.1999. Mikrobiologi Alam Pengolahan dan Keamanan Pangan. Yayasan Adikarya IKAPI, Bandung.
- Sukasih E., Prabawati S., dan Hidayat T., 2009. Optimasi Kecukupan Panas Pada Pasteurisasi Santan Dan Pengaruhnya Terhadap Mutu Santan Yang Dihasilkan. J. Pasca panen 6 (1): 34-42 Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian. Bogor.
- Susiwis, 2009. Kerusakan Pangan “handout” Mata kuliah: Regulasi pangan Jurusan Pendidikan Kimia, FPMIPA, UPI, Bandung
- Syukri, S. 1999. Kimia Dasar 3. ITB, Bandung
- Winarno, F., G. 2004. Kimia Pangan dan Gizi. PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta



AKTIVITAS ANTI BAKTERI DAN ANTI JAMUR SENYAWA CALCON(E)-1-(naftalen-1-il)-3-(naftalen)prop-2-1-on

Rahmiwati Hilma, Jasril, Isnaniar

Jurusan Kimia, Universitas Muhammadiyah Riau
Jurusan Kimia, Universitas Riau
Jurusan Keperawatan, Universitas Muhammadiyah Riau
Email: hilma75@yahoo.com

ABSTRAK

Pada penelitian ini dilakukan Uji aktivitas antibakteri dan anti jamur terhadap senyawa turunan calkon E)-1-(naftalen-1-il)-3-(naftalen)prop-2-1-on (senyawa A) menggunakan metoda difusi. Bakteri yang digunakan adalah *Staphylococcus aureus* sebagai bakteri gram positif) dan *Escherichia coli* sebagai bakteri gram negatif dan terhadap senyawa calkon tersebut juga dilakukan uji aktivitas anti jamur menggunakan jamur *Candida albicans*. Hasil Uji antibakteri terhadap senyawa calkon E)-1-(naftalen-1-il)-3-(naftalen)prop-2-1-on (A) memperlihatkan bahwa senyawa calkon A tidak aktif terlihat dengan tidak adanya zona bening disekitar cakram yang ditetesi dengan sampel calkon. Hasil uji aktivitas antijamur senyawa calkon (E)-1-(naftalen-1-il)-3-(naftalen)prop-2-1-on (senyawa A) memperlihatkan aktivitas antijamur yang baik pada konsentrasi 10 µg/disk dengan diameter zona hambat yang dihasilkan yaitu sebesar 17,08 mm

Kata Kunci: calkon E)-1-(naftalen-1-il)-3-(naftalen)prop-2-1-on, Antibakteri, Antijamur

1. PENDAHULUAN

Saat ini penyakit infeksi menjadi masalah yang serius, ditambah lagi dengan semakin meluasnya resistensi mikroba terhadap obat-obatan yang ada. Hal tersebut mendorong pentingnya penggalan sumber obat-obatan antimikroba lain dari bahan alam. Tanaman obat diketahui potensial untuk dikembangkan lebih lanjut pada pengobatan penyakit (Hertiani dkk, 2003).

Penyakit infeksi kulit masih banyak ditemukan pada masyarakat Indonesia, terutama masyarakat berekonomi lemah yang hidup dipedesaan dan lingkungan kumuh di perkotaan. Penyakit infeksi kulit sering dijumpai pada anak-anak, walaupun belum ada angka statistik yang membandingkan frekuensi penyakit umum dengan penyakit infeksi kulit pada anak-anak, namun dari berbagai poliklinik Dinas Kesehatan Kota dan Kabupaten didapatkan informasi bahwa

sekitar 20% kasus yang dilaporkan adalah penyakit infeksi kulit (Budijanto, 1997). Penyakit infeksi kulit yang sering ditemukan pada masyarakat adalah penyakit infeksi bakteri (pioderma) dan penyakit infeksi jamur (mikosis superfisial). Dalam penelitian ini diutamakan pada pencarian obat alternatif yang terjangkau untuk penyakit infeksi kulit yang disebabkan oleh bakteri atau pioderma, dan senyawa turunan calkon dapat menjadi solusi masalah tersebut.

Senyawa calkon merupakan salah satu senyawa metabolit sekunder golongan flavonoid yang berpotensi sebagai antibakterial, anti jamur, dan anti-ulcer / sejenis penyakit kulit, bisul (Prasad et al, 2006). Senyawa ini sangat menarik dalam kaitannya dengan penggunaannya sebagai material awal dalam sintesis berbagai jenis senyawa heterosiklik seperti senyawa

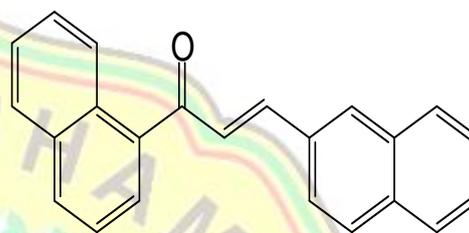
pirazolin, pirimidin, sikloheksanon yang kaya dengan aktifitas biologis. Senyawa calkon ini dapat diperoleh dengan cara isolasi dari tumbuhan, namun untuk memperolehnya, terdapat beberapa kelemahan antara lain jumlahnya di alam yang terbatas dan persentasenya dalam tumbuhan juga kecil sekitar 3-5%, variasi strukturnya relatif sedikit, serta membutuhkan biaya yang cukup mahal dan waktu yang cukup lama untuk mengisolasi. Bertolak dari hal tersebut, maka didapatkan suatu solusi yang dapat meminimalisir segala kekurangan dalam proses isolasi itu yaitu dengan cara sintesis kimia. Karena sintesis merupakan upaya terbaik untuk menyiapkan senyawa calkon dan turunannya dengan jumlah dan variasi struktur sesuai dengan yang dikehendaki.

Hal ini merupakan salah satu pendorong bagi kami untuk mengembangkan atau merekayasa molekul calkon baik untuk mempelajari sifat fisiko-kimianya atau untuk kepentingan terapeutik. Salah satu metoda sintesis untuk membuat senyawa turunan calkon adalah melalui kondensasi Aldol dari suatu keton aromatik dan aldehyd aromatik baik dalam kondisi basa maupun asam. Metoda ini dikenal ramah lingkungan (Green Chemistry) karena menggunakan bahan kimia berbahaya yang relatif kecil.

Dewasa ini, penemuan penelitian berupa senyawa bioaktif dapat dikembangkan menjadi senyawa medisinal unggulan yang bernilai ekonomi tinggi. Penelitian ini sangat penting mengingat di negara maju alur pikir teknologi kesehatan saat ini tidak lagi menggunakan senyawa kimia umum, namun pencarian senyawa kimia alami tunggal atau senyawa murni menjadi prioritas.

Pada penelitian terdahulu telah berhasil mensintesis senyawa turunan calkon yaitu (E)-1-(naftalen-1-il)-3-(naftalen)prop-2-1-on (A), yang disintesis dari 1-acetyl naftalene

dengan 2- nafataldehyd. Untuk itu perlu dilakukan uji lanjutan untuk menentukan khasiat yang tepat dari senyawa hasil sintesis ini dengan melakukan serangkaian uji aktifitas antibakteri dan uji aktivitas antijamur dengan penentuan konsentrasi hambat minimum dari senyawa hasil sintesis dan kesetaraannya dibandingkan antibakteri pembanding.



Senyawa calkon (E)-1-(naftalen-1-il)-3-(naftalen)prop-2-1-on atau Senyawa (A)

Selama ini penelitian tentang sintesis molekul organik di Indonesia relatif sedikit dibanding kajian tentang isolasi bahan alam. Hal ini bertolak belakang dengan perkembangan global dimana kajian transformasi gugus fungsi dan sintesis merupakan pusat pengembangan ilmu kimia organik dan terbukti dengan banyaknya hadiah nobel yang diberikan untuk bidang ini. Disamping itu akhir-akhir ini kecenderungan global adalah bagaimana memperoleh molekul dalam jumlah yang banyak dengan waktu yang singkat. Hal ini yang mendasari pengembangan ilmu kimia kombinatorial yang tidak saja populer bagi kalangan peneliti akademik juga sangat pesat perkembangannya pada industri obat-obatan. Dalam penelitian ini, kami mencoba menggunakan pendekatan kimia kombinatorial dengan harapan dapat dengan mudah menemukan senyawa kimia potensial yang dapat digunakan sebagai formula obat. Sehingga dapat dilakukan banyak uji aktivitas untuk menemukan obat yang betul-betul stabil dan memiliki efek samping

sangat kecil, terutama untuk antibiotik dan suplemen antioksidan.

Adapun tujuan dari Penelitian ini adalah untuk mengetahui kadar hambat Minimum (KHM) dari senyawa calcon calcon (E)-1-(naftalen-1-il)-3-(naftalen)prop-2-1-on atau Senyawa (A) terhadap bakteri gram positif, bakteri gram negative dan jamur candida albicans

2. METODOLOGI PENELITIAN

Alat dan Bahan

Bahan yang digunakan adalah: agar NA, agar NB, bakteri *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Candida albicans*, NaCl 0,9 %, asam sulfat (H_2SO_4) pekat dan encer, kloroform ($CHCl_3$), asam klorida (HCl) 2N dan pekat, etanol p.a (CH_3CH_2OH), larutan DPPH, L-ascorbic acid, methanol p.a (CH_3OH), methanol teknis, amoxsan, Ketoconazol, natrium hidroksida (NaOH) 1 N, air suling (H_2O), Water pepton (WP), Potato Dextrosa Agar dan indikator pH universal. Alat-alat yang digunakan adalah: alat gelas, spatula, oven, kulkas, neraca analitik, Magnetic stirer, cawan petri, kawat ose, water shaker, incubator dan otoklaf.

Prosedur Kerja

a). Uji Antibakteri

Bakteri-bakteri yang digunakan untuk uji aktivitas adalah bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. Sebelum dipakai untuk uji aktivitas, terlebih dahulu harus dilakukan peremajaan terhadap bakteri-bakteri tersebut. Media NB yang telah dibuat dimasukkan kedalam tabung reaksi masing-masing 10 mL dan disterilisasi. Jarum ose yang telah disterilisasi dengan pembakaran digoreskan pada agar miring yang berisi biakan bakteri dan selanjutnya dicelupkan ke dalam tabung reaksi yang berisi media NB. Tabung ditutup dengan kapas kemudian diinkubasi dalam inkubator

pada suhu $37^\circ C$ selama 24 jam. Biakan bakteri siap dipakai untuk uji bioaktivitas.

Pengujian aktivitas antibakteri dilakukan dengan metode difusi agar menggunakan silinder-silinder steril. Ke dalam cawan petri steril dimasukan suspensi bakteri sebanyak 15 μL kemudian dimasukan media agar Nutrient Broth (NB) yang masih cair sebanyak 15 mL dan media dibiarkan memadat pada suhu kamar. Setelah memadat buat lubang berdiameter 6 mm dengan menggunakan silinder logam, kemudian masukan sampel calcon (A) sebanyak 10 μL larutan uji dengan variasi konsentrasi di lubang yang dibuat. Kemudian diinkubasi pada suhu $37^\circ C$ selama 16-18 jam. Adanya daerah bening disekeliling lubang menunjukkan adanya aktivitas antibakteri. (Niwa, 1997)

b). Uji Antifungal

Jamur yang digunakan untuk uji aktivitas adalah jamur candida albicans. Sebelum dipakai untuk uji aktivitas, dahulu harus dilakukan peremajaan terhadap jamur tersebut.

Media water pepton (WP) yang telah dibuat dimasukkan kedalam tabung reaksi masing-masing 10 mL dan disterilisasi. Jarum ose yang telah distreilisasi dengan pembakaran digoreskan pada agar miring yang berisi biakan jamur dan selanjutnya dicelupkan ke dalam tabung reaksi yang berisi media NB. Tabung ditutup dengan kapas, kemudian diinkubasi dalam incubator pada suhu $37^\circ C$ selama 24 jam. Biakan mikroba siap dipakai untuk uji bioaktivitas.

Kedalam cawan petri yang sudah disterilisasi, dimasukkan 1 mL larutan WP yang berisi jamur (*Candidaalbicans*). Selanjutnya kepada masing-masing petridis ditambahkan 20 ml PDA (Potato Dektrosa Agar) dan digoyang-goyang agar mikrobanya tersuspensi merata. Media PDA dibiarkan memadat, kemudian diletakkan cakram

(diameter 6 mm) yang telah ditetesi sampel senyawa A yang akan diuji dengan variasi konsentrasi sampel 10 µg/disk dan 30 µg/disk dalam dimetilsulfoksida (DMSO). Ketoconazole digunakan sebagai obat standar untuk skrining antijamur dibuat dengan konsentrasi 30 µg/disk. DMSO digunakan sebagai kontrol negatif. Cawan petri kemudian diinkubasi didalam incubator pada suhu 37°C dengan membalikkan cawan petri. Diameter daerah bening disekitar kertas cakram diukur setelah cawan petri tersebut diinkubasi selama 24 jam.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji aktivitas antibaktericalkon (E)-1-(naftalen-1-il)-3-(naftalen)prop-2-1-on atau Senyawa (A) terhadap bakteri *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* dan terhadap jamur *Candida albicans* dengan menggunakan metode difusi agar. dengan konsentrasi sampel, 10 µg g/disk. Untuk uji anti bakteri, Amoxan dengan konsentrasi 10 µg/disk digunakan sebagai pembandingan dan DMSO sebagai kontrol negatif, sedangkan untuk uji anti jamur digunakan Ketoconazole dengan konsentrasi 10 µg/disk digunakan sebagai pembandingan dan DMSO sebagai kontrol negatif. Hasil uji aktivitas antibakteri ditampilkan pada Tabel 1.

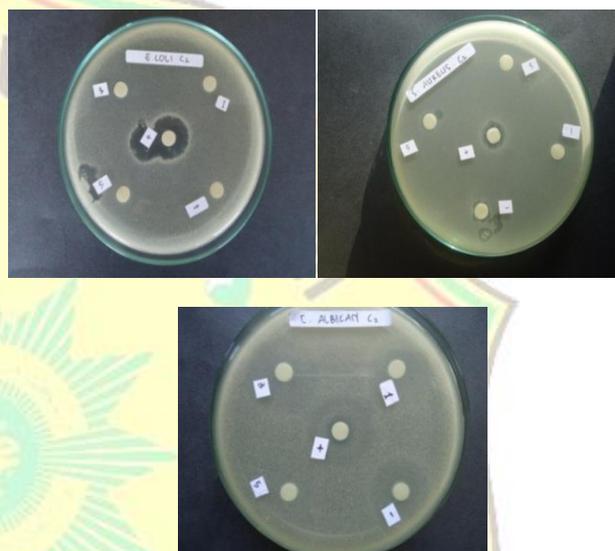
Tabel 1.

Hasil uji aktivitas antimikroba calkon (E)-1-(naftalen-1-il)-3(naftalen)prop-2-1-on (A)

| No | Senyawa | Konsentrasi µg/disk | Diameter hambatan (mm) | | |
|----|--------------|---------------------|------------------------|-----------------|-------------------|
| | | | <i>E. coli</i> | <i>S.aureus</i> | <i>C.albicans</i> |
| 1 | Calkon (A) | 10 | 0 | 0 | 17.08 |
| 2 | Amoxan | 10 | 23.51 | 8.36 | - |
| 3 | Ketoconazole | 10 | - | - | 20.88 |

Keterangan: pemetaan kedalam cakram 10 µL

Hasil uji aktivitas antibakteri menunjukkan bahwa calkon (E)-1-(naftalen-1-il)-3-(naftalen)prop-2-1-on (senyawa A) tidak aktif terhadap bakteri uji, tapi aktif terhadap jamur uji. Data memperlihatkan aktivitas anti jamur senyawa calkon (E)-1-(naftalen-1-il)-3-(naftalen)prop-2-1-on (senyawa A) cukup baik mendekati standar Ketoconazole dengan diameter hambatan terhadap *Candida albicans* sebesar 17,08 mm, terlihat (Tabel 1., Gambar 2.).



Gambar.2

Hambatan antimikroba calkon (E)-1-(naftalen-1-il)-3-(naftalen)prop-2-1-on (senyawa A) terhadap koloni *Escherichia coli*

(a), Hambatan antibakteri calkon (E)-1-(naftalen-1-il)-3-(naftalen)prop-2-1-on (senyawa A) koloni *Staphylococcus aureus*

(b), Hambatan antibakteri calkon (E)-1-(naftalen-1-il)-3-(naftalen)prop-2-1-on (senyawa A) terhadap koloni *Candida albicans*

Pembahasan

Uji aktivitas antibakteri

Uji aktivitas antibakteri terhadap senyawa A dilakukan dengan metode difusi agar pada konsentrasi 10 µg/disk. Senyawa tersebut dilarutkan dengan DMSO. Dalam hal ini, DMSO digunakan sebagai pelarut dan juga sebagai kontrol negatif. Amoxan digunakan sebagai antibiotik pembandingan

dibuat dengan konsentrasi 10 µg/disk. Pemilihan konsentrasi larutan uji ini mengacu pada penelitian yang telah dilakukan oleh Kaisar dkk (2011). Pada kertas cakram, senyawa diteteskan sebanyak 10 µl menggunakan pipet mikro dengan konsentrasi 10 µg/disk, lalu ditunggu hingga kering. Kertas cakram yang telah ditetesi senyawa diletakkan pada media agar yang telah memadat. Tujuan pengeringan larutan ini adalah agar pelarutnya menguap dan sampel terserap di kertas cakram, sehingga sampel tersebut yang diharapkan memiliki aktivitas sebagai antibakteri, bukan pelarut yang digunakan.

Mikroba yang diuji terdiri dari bakteri dan jamur, bakteri uji yang digunakan ada dua bakteri yaitu bakteri Gram positif (*S. aureus*) dan bakteri Gram negatif (*E. coli*). Kedua bakteri tersebut dipilih karena bakteri tersebut lazim digunakan pada uji aktivitas biologi dan mendapatkan sedianya agak lebih mudah, serta pada umumnya bakteri tersebut juga merupakan penyebab beberapa penyakit dan menginfeksi manusia.

Senyawa calkon A mengandung gugus etilen keto (-CO-CH=CH-) yang reaktif (Jayapal dan Sreedhar, 2010). Gugus etilen keto (keton α , β tak jenuh) pada senyawa calkon tersebut diketahui bertanggung jawab terhadap sifat antibakteri senyawa calkon (Lahtchev dkk, 2008). Selain itu, sifat antibakteri calkon juga tergantung pada substituen yang terikat pada kedua cincin aromatik calkon, seperti gugus Cl dan Br. Gugus halogen seperti Cl dan Br sebelumnya telah dikenal mempunyai aktivitas antibakteri yang cukup baik (Prasad dkk, 2006)

Daya hambat yang dihasilkan senyawa calkon A terhadap bakteri Gram positif dan terhadap bakteri Gram negative menunjukkan tidak aktif. Hal ini disebabkan karena senyawa calkon A mempunyai molekul yang besar dimana Gugus etilen

keto (keton α , β tak jenuh) pada senyawa calkon tidak dapat efektif untuk dapat bereaksi dengan dinding sel dari bakteri. Senyawa calkon A juga tidak mempunyai substituent yang bisa mendorong pergerakan elektronnya. Hal tersebut dapat dilihat pada tidak terdapatnya zona bening yang dihasilkan oleh senyawa A terhadap bakteri uji. Sementara amoxan memiliki aktivitas lumayan bagus pada *E.Coli* dengan diameter zona bening yang dihasilkan yaitu 23.51 mm dan zona bening dari *S. aureus* yang dihasilkan, yaitu 8,36 mm. Jika diameter zona bening atau zona hambat lebih besar dari 20 mm berarti senyawa uji memiliki aktivitas kuat, diameter hambat 16-20 mm memiliki aktivitas sedang, diameter hambat 10-15 mm memiliki aktivitas lemah, sedangkan diameter hambat yang lebih kecil dari 10 mm memiliki aktivitas sangat lemah (Saxena dan Gomber, 2008). Daya hambat Senyawa calkon A tidak kelihatan dibandingkan dengan daya hambat antibiotik amoxan pada konsentrasi larutan uji yang sama.

Daya hambat yang dihasilkan senyawa calkon A terhadap jamur *candida albicans* menunjukkan aktivitas yang baik. Hal ini disebabkan senyawa calkon A dapat mengganggu sel jamur, karena adanya ergosterol didalam membran sel jamur, dimana ergosterol merupakan komponen yang sangat penting, sangat mudah diserang oleh antijamur turunan polien. Kompleks polien ergosterol yang terjadi dapat membentuk suatu pori yang permeable terhadap konstituen yang essensial bagi sel jamur, sehingga konstituen tersebut keluar sel dan mengakibatkan kematian bagi sel jamur tersebut (Lahtchev, dkk.2008). Senyawa calkon A adalah senyawa turunan polien (mempunyai ikatan rangkap dua yang banyak), sehingga dia mempunyai aktivitas yang baik terhadap jamur uji, terbukti dengan

daerah zona bening terhadap candida albicans yaitu 17,08 mm. Tapi masih dibawah senyawa standar yang daerah zona beningnya mencapai 20,88 mm.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan diantaranya sebagai berikut:

1. Senyawa calkon (E)-1-(naftalen-1-il)-3-(naftalen)prop-2-1-on (senyawa A) tidak memiliki aktivitas terhadap bakteri gram positif maupun bakteri gram negatif.
2. Senyawa calkon (E)-1-(naftalen-1-il)-3-(naftalen)prop-2-1-on (senyawa A) memiliki aktivitas antijamur yang baik pada konsentrasi 10 µg/disk dengan diameter zona hambat yang dihasilkan yaitu sebesar 17, 08 mm.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Achanta, G.; Modzelewska, A.; Feng, L.; Khan, SR. and Huang, P. (2006). "Boronic-Chalcone Derivative Exhibits Potent Anticancer Activity through Inhibition of the Proteasome". *Molecular Pharmacol*, 70, 426–433
- Ansel H.C. (1989). *Pengantar Bentuk Sediaan Farmasi*, Edisi 4, Penerbit Universitas Indonesia, Jakarta, 31-45
- Budijanto, S.K., (1997), *Penelitian Prevalensi Pitiariasis versicolor pada murid Sekolah Dasar (SD) di Kelurahan utan kayu utara*, *Medica*, 10(23), 1 – 2.
- Choi, D.H and Cha, Y.K. (2002 a). "Optical anisotropy of polyimide and polymethacrylate containing photocrosslinkable chalcone group in the side chain under irradiation of a linearly polarized UV light". *Bull. Korean Chem. Soc.*, 23, 469-476
- Choi, D.H and Cha, Y.K. (2002 b). "Photoalignment of low-molecular mass nematic liquid crystal on photochemically bifungsional chalcone-epoxy film by irradiation of a linearly polarized UV light". *Bull. Korean Chem. Soc.*, 23, 587-592.
- Dey, P.M., and Harborne, J.B. (1991). *Method in Plant Biochemistry*, Vol. 6, Academic Press, San Diego, 2-55.
- Hayashi, A.; Gillen, A.; C. Loot, J.R (2000). "Effects of daily oral administration of quercetin chalcone and modified citrus pectin on implanted colon-25 tumor growth in balb-c mice. *Alternative Medicine Review*. 6, 546-552.
- Jayapal, M.R. dan Sreedhar, N.Y. 2010. Anhydrous K₂CO₃ as Catalyst for the synthesis of Chalcones under Microwave Irradiation. *Journal of Pharmaceutical Science and Research*. 2(10): 644-647.
- Jayapal, M.R., Prasad, K.S., dan Sreedhar, N.Y. 2010. Synthesis and Characterization of 2,6-Dihydroxy Substituted Chalcones Using PEG-400 as a Recyclable Solven. *Journal of Pharmaceutical Science and Research*. 2(8): 450-458.
- Jawet, M. and Adelberg. (1995). *Mikrobiologi Kedokteran*, Edisi XX, Terjemahan Edi Nugroho dan Maulany, R.F EGC, Jakarta, 608-614.
- Kim, Y.H.; Kim, J.; Park, H. and Kim, H.P. (2007). "Anti-inflammatory Activity of the Synthetic Chalcone Derivatives: Inhibition of Inducible Nitric Oxide Synthase-Catalyzed Nitric Oxide Production from Lipopolysaccharide-Treated RAW 264.7 Cells". *Biol. Pharm. Bull.* 30, 1450—1455

- Kobkeatthawin, T., Chantrapromma, S., Saewanb, N., dan Func H.K., 2011. (E)-1-(4-Aminophenyl)-3-(naphthalen-2-yl)prop-2-en-1-one. *J. Acta Cryst.*67, 1204–1205
- Lahtchev, K.L., Batovska, D.I., Parushev, St.P., Ubiyvovk, V.M., dan Sibirny, A.A. 2008. Antifungal Activity of Chalcones: A Mechanistic Study using Various Yeast Strains. *European Journal of Medicinal Chemistry.* 43: 2220-2228.
- Lee, Y.S.; Lim, S.S.; Shin, K.H.; Kim, Y.S.; Ohuchi, K. and Jung, S.H. (2006). "Anti-angiogenic and Anti-tumor Activities of 2'-Hydroxy-4-methoxychalcone". *Biol. Pharm. Bull.* 29. 1028-1031
- Palleros, D.R. (2004). "Solvent free synthesis of chalcones". *J. Chem. Ed.* 81, 1345-1347.
- Prasad, Y.R.; Kumar, P.R.; Deepti, C.A.; Ramana, M.V. (2006). "Synthesis and antimicrobial activity of some novel chalcones of 2-hydroxy-1-acetonaphthone and 3-acetyl coumarin". *E-Journal of Chemistry*, 3, 236-241.
- Tsukiyama, R.I.; Katsura, H.; Tokuriki, N.; Kobayashi, M. (2002). "Antibacterial Activity of Licochalcone A against Spore-Forming Bacteria". *J. American Society for Microbiology.*45. 1226-1230
- Yun, J.; Kweon, M.; Kwon, H.; Hwang, J. and Mukhtar, H. (2006). "Induction of apoptosis and cell cycle arrest by a chalcone panduratin A isolated from *Kaempferia pandurata* in androgen-independent human prostate cancer cells PC3 and DU145". *Carcinogenesis.* 27, 1454–1464.
- Zamri, A., Eryanti, Y., Jasril. 2007. "Sintesis dan aktivitas antimikroba 3 analog calkon.

dan 537,22 °C, serta tingkat kekerasan 79,83 Shore A.

Pada penelitian ini telah dilakukan sintesis poliuretan dari 4,4'-MDI: PEG 400: minyak Bekas Penggorengan dengan perbandingan 6: 3: 1 (b/b). Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh perbedaan sumber hidroksil yang digunakan terhadap rapatan ikatan silang. Penelitian ini dilakukan berdasarkan hipotesis bahwa perbedaan sumber hidroksil memberikan konsekuensi logis terhadap derajat pengembangan, pada poliuretan hasil sintesis.

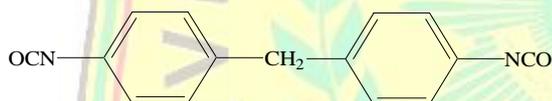
2. METODOLOGI PENELITIAN

Reaksi Polimerisasi Pembentukan

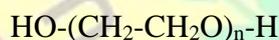
Poliuretan

Bahan-bahan yang digunakan dalam sintesis poliuretan ini adalah:

(i) Metilen-4,4'-difenildiisosiyanat (4,4'-MDI) berupa cairan kental berwarna coklat dengan rumus struktur sebagai berikut:



(ii) Polietilen glikol 400 (PEG 400) berupa cairan bening dengan rumus struktur sebagai berikut:



(iii) Minyak Bekas Penggorengan yang mengandung asam lemak bebas

Pada penelitian ini dilakukan sintesis poliuretan dari monomer diisosiyanat (4,4'-MDI) dengan variasi jenis monomer hidroksil (PEG 400 dan minyak Bekas Penggorengan). Selanjutnya diamati pengaruh variasi sumber hidroksil terhadap rapatan ikatan silang.

Reaksi polimerisasi pembentukan poliuretan dilakukan pada perbandingan berat 4,4'-MDI: PEG 400: Minyak bekas penggorengan masing-masing 6: 3: 1 (b/b). Masing-masing monomer dimasukkan ke dalam dua reaktor. Selanjutnya dilakukan

pengadukan campuran selama 60 detik dan sebelum dikarakterisasi, poliuretan hasil sintesis dimasukkan ke dalam oven dengan suhu 70°C selama 5 jam untuk menjalani proses *curing*.

Karakterisasi Produk Polimerisasi

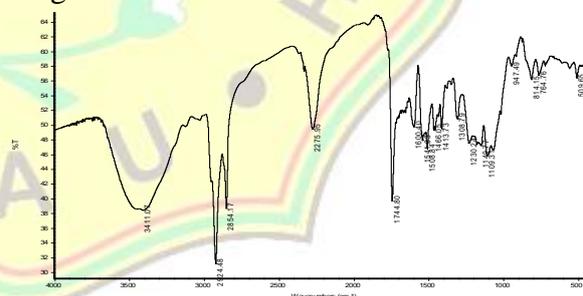
Untuk melihat puncak serapan dari suatu gugus fungsi poliuretan hasil sintesis dilakukan dengan spektrofotometer FTIR. Sampel poliuretan yang telah berbentuk pelet dimasukkan ke ruang sampel. Kemudian diamati spektrum serapannya pada bilangan gelombang 400-4000 cm^{-1} .

Derajat pengembangan diketahui berdasarkan ukuran derajat pengembangan polimer setelah poliuretan hasil sintesis di rendam pada tiga jenis pelarut berbeda yaitu tetrahidrofuran (THF), amilum 6,5 %, dan akuades.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Spektrum FTIR

Karakterisasi gugus fungsi dilakukan untuk mengetahui bahwa poliuretan telah terbentuk. Berdasarkan spektra inframerah, dapat diketahui gugus fungsi karakteristik poliuretan hasil sintesis dan dibandingkan dengan standar dari du Pont.



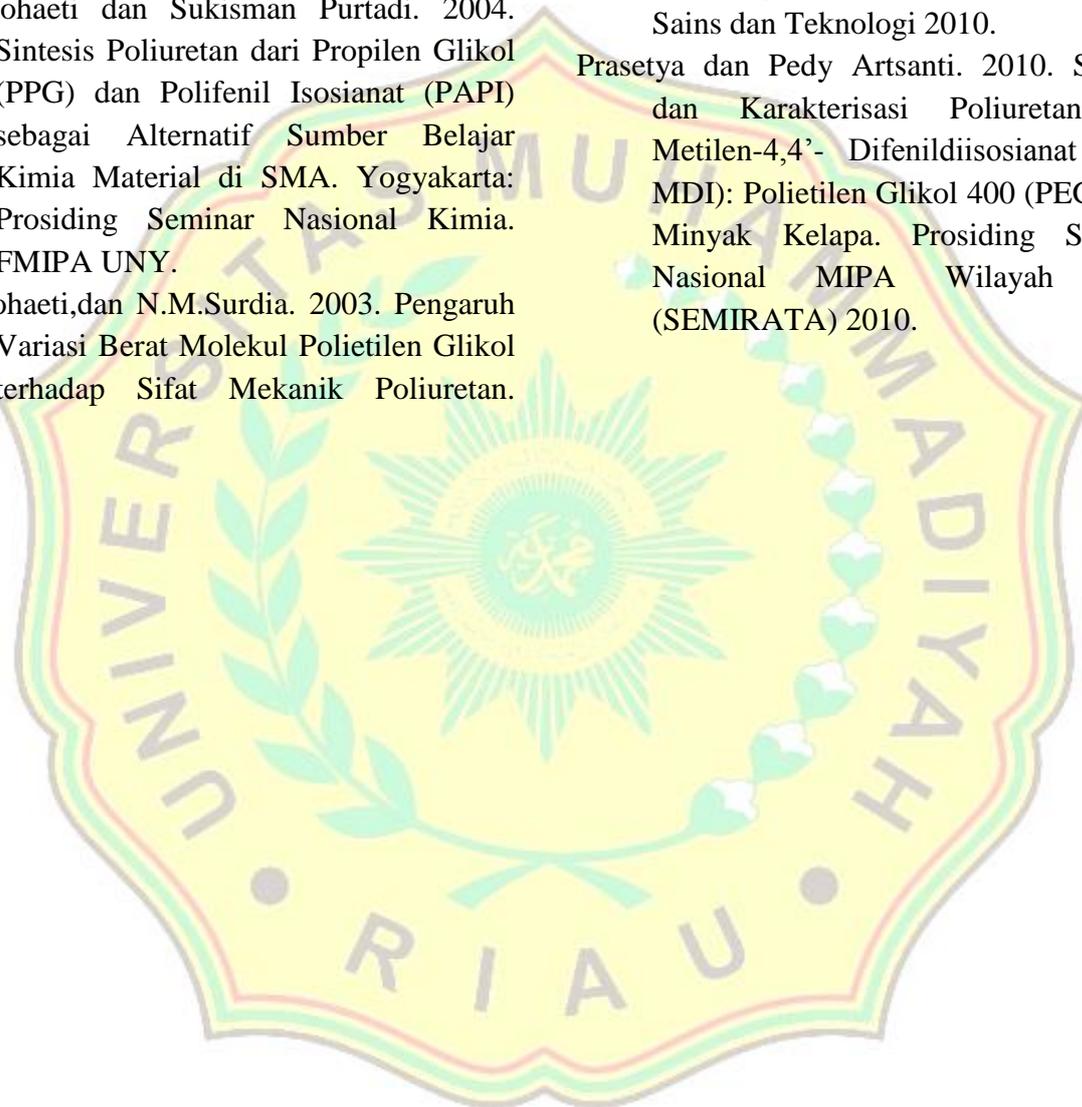
Gambar 1. Spektra Inframerah
Poliuretan dari 4,4'-MDI: PEG 400: Minyak Bekas Penggorengan dengan Perbandingan 6:3:1

Spektra inframerah pada Gambar 1. menunjukkan adanya serapan melebar pada 3411,07 cm^{-1} yang merupakan daerah ulur N-H sekunder yang berikatan hidrogen. Puncak ~2924,48 cm^{-1} merupakan daerah serapan

perbandingan masing-masing 6:3:1 (w/w). Hasil pengujian derajat pengembangan rata-rata dengan pelarut THF, amilum 6,5 %, dan akuades berturut-turut adalah 17,50%, 29,41%, dan 32,0%. Hal ini menunjukkan bahwa didalam struktur poliuretan telah terbentuk ikatan silang.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Eli Rohaeti dan Sukisman Purtadi. 2004. Sintesis Poliuretan dari Propilen Glikol (PPG) dan Polifenil Isosianat (PAPI) sebagai Alternatif Sumber Belajar Kimia Material di SMA. Yogyakarta: Prosiding Seminar Nasional Kimia. FMIPA UNY.
- Eli Rohaeti, dan N.M.Surdia. 2003. Pengaruh Variasi Berat Molekul Polietilen Glikol terhadap Sifat Mekanik Poliuretan. http://www.fmipa.itb.ac.id/jms/file/JMS_VOL.%208_NO.2_63-66.pdf.
- Malcolm P. Stevens. 2001. Kimia Polimer. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Prasetya dan Pedy Artsanti. 2010. Sintesis dan Karakterisasi Poliuretan dari Metilen-4,4'- Difenildiisosianat (4,4'-MDI): 1,4-Butanadiol: Minyak Kelapa. Prosiding Seminar Nasional Rekayasa Sains dan Teknologi 2010.
- Prasetya dan Pedy Artsanti. 2010. Sintesis dan Karakterisasi Poliuretan dari Metilen-4,4'- Difenildiisosianat (4,4'-MDI): Polietilen Glikol 400 (PEG 400): Minyak Kelapa. Prosiding Seminar Nasional MIPA Wilayah Barat (SEMIRATA) 2010.



KEANEKARAGAMAN HAYATI TUMBUHAN PAKU (Pteridophyta) DI DESA GADING SARI KEC.TAPUNG KAB. KAMPAR PROVINSI RIAU

Wirdati Irma dan Nofripta Herlina

Program Studi Biologi FMIPA Universitas Muhammadiyah Riau

ABSTRAK

Tumbuhan Paku masih merupakan tumbuhan merupakan salah satu tumbuhan dengan jumlah yang sangat banyak jenisnya dan di Indonesia jenis tumbuhan paku mencapai 1.250-1.500 jenis paku-pakuan. Jenis paku-pakuan merupakan kelompok tumbuhan yang masih kurang mendapatkan perhatian dibandingkan dengan tumbuhan yang lainnya, meskipun banyak jenis dari tumbuhan paku ini memiliki fungsi ekologis yang penting serta memiliki berbagai manfaat lainnya yang berguna. Penelitian yang dilaksanakan di Desa Gading Sari Kecamatan Tapung Kabupaten Kampar Provinsi Riau tentang Keanekaragaman Tumbuhan Paku yang ada di kebun sawit ditemukan 8 spesies tumbuhan paku yakni, , *Acrostichum speciosum*, *Adiantum hispidulum*, *Davallia denticulate*, *Elaphoglossum angulatum*, *Lygodium flexuosum*, *Gleichenia linearis*, *Nephrolepis biserrata* dan *Pityrogramma calomelanos*, dengan menggunakan tiga stasiun pengamatan (stasiun I: merupakan karakteristik tanah gambut, stasiun II: merupakan karakteristik tanah rawa dan stasiun III: merupakan karakteristik tanah liat) di mana dari ketiga stasiun tersebut di dapat nilai Indeks Keanekaragaman Tumbuhan Paku adalah Pada stasiun I 1,416 stasiun II 1,578 dan stasiun III 1,267. Nilai Indeks Keanekaragaman tumbuhan paku ini tergolong ke dalam sedang mengingat nilainya masing masing berkisar antara 1-3. Indeks Keanekaragaman dikatakan rendah apabila nilainya berada di bawah 1, Indeks Keanekaragaman sedang dengan apabila nilainya berada antara 1-3 dan Indeks Keanekaragaman tinggi apabila nilainya di atas 3.

Kata Kunci: Keanekaragaman Hayati, Indeks Keanekaragaman, Tumbuhan Paku, Stasiun

1. PENDAHULUAN

Desa Gading Sari adalah salah satu desa yang secara administrasi terdapat di Kabupaten Kampar terletak di Kecamatan Tapung dengan luas wilayah 855 hektar. Sebelah utara berbatasan dengan Desa Pantai Cermin, sebelah Selatan dengan Desa Indrapuri, sebelah Barat dengan Desa Sumber Makmur, dan sebelah Timur dengan Desa Pantai Cermin. Mata pencaharian penduduknya adalah bertani di ladang dan di perkebunan kelapa sawit. Selain itu ada juga mata pencaharian sampingan yaitu di sektor perdagangan dan perternakan. Perkebunan kelapa sawit ini letaknya tidak jauh dari

permukiman penduduk. Di perkebunan kelapa sawit terdapat bermacam-macam tumbuhan yang hidup di dalam perkebunan, salah satunya adalah tumbuhan paku-pakuan.

Tumbuhan paku tergolong tumbuhan kormus berspora yang disebut Pteridophyta. Istilah ini berasal dari berasal dari bahasa Greek yaitu pteron= sayap atau bulu. Pteridophyta adalah tumbuhan kormus yang menghasilkan spora dan memiliki susunan daun yang umumnya membentuk bangun sayap (menyirip) dan pada bagian pucuk tumbuhan itu terdapat bulu-bulu daun mudanya membentuk gulungan atau melingkar (Syamsuri, 2004).

Tumbuhan paku dapat mudah dibedakan dengan tumbuhan lainnya melalui alat perkembangbiakannya berupa spora yang bergerombol dalam berbagai bentuk di bawah permukaan daun. Tumbuhan ini dapat dijumpai dalam jumlah teramat besar di hutan-hutan hujan tropis, juga terdapat di padang rumput yang lembab, sepanjang sisi jalan dan sungai. Tumbuhan paku biasanya hidup di daerah yang lembab. Tempat hidupnya bisa di atas tanah seperti jenis tanah rawa gambut atau menumpang pada tumbuhan lain, ada beberapa jenis yang menyukai tempat-tempat terlindung namun ada juga yang dapat hidup di daerah terbuka (Lugrayasa, 2004). Menurut Irwan (2007), gambut merupakan suatu tipe tanah yang terbentuk dari sisa-sisa tumbuhan (akar, batang, dahan, ranting, daun) dan mempunyai kandungan bahan organik yang sangat tinggi.

Jenis paku-pakuan merupakan kelompok tumbuhan yang masih kurang mendapatkan perhatian dibandingkan dengan tumbuhan yang lainnya, meskipun banyak jenis dari tumbuhan paku ini memiliki fungsi ekologis yang penting serta memiliki berbagai manfaat lainnya yang berguna. Informasi tentang tumbuhan paku yang berpotensi sebagai tanaman obat, tanaman hias dan sebagai makanan pada kawasan ini perlu diteliti dan dikembangkan.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah mengidentifikasi keanekaragaman hayat tumbuhan paku dan mengetahui potensi tumbuhan paku yang berada di perkebunan kelapa sawit Desa Gading Sari Kec. Tapung Kab. Kampar Provinsi Riau.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Pengambilan sampel dilakukan di Perkebunan Kelapa Sawit Desa Gading Sari Kecamatan Tapung Kabupaten Kampar Provinsi Riau dan sampel diidentifikasi di

Laboratorium Biologi FMIPA Universitas Muhammadiyah Riau.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat ukur (meteran), tali plastik, patok, alat tulis, papan untuk alas menulis, gunting, perlengkapan herbarium (koran bekas, kantong plastic ukuran 5 kg, kertas label, selotip, benang jahit, jarum jahit, heker dan anaknya, kertas karton, botol semprot), kamera dan buku identifikasi. Bahan yang digunakan untuk herbarium adalah alkohol 70%.

Teknik Pengambilan Sampel

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survei. Penentuan stasiun penelitian dilakukan dengan teknik sampling yaitu purposive sampling dengan memperhatikan berbagai pertimbangan kondisi di lokasi penelitian sehingga dapat mewakili pengambilan sampel secara keseluruhan. Penempatan lokasi penelitian keanekaragaman hayati tumbuhan paku di perkebunan kelapa sawit, Desa Gadig Sari Kecamatan Tapung, Kabupaten Kampar Provinsi Riau, dilakukan pada tiga stasiun penelitian yang berdasarkan pertimbangan dari karakteristik tanah yang terdapat pada kebun sawit, sebagai berikut:

1. Stasiun I : Kebun Sawit dengan tanah gambut, mewakili lokasi penelitian yang memiliki karakteristik daerah gambut.
2. Stasiun II : Kebun Sawit dengan tanah rawa, mewakili lokasi penelitian yang memiliki karakteristik daerah rawa air tawar.
3. Stasiun III : Kebun Sawit dengan tanah liat, mewakili lokasi penelitian yang memiliki karakteristik daerah tanah liat.

Setiap stasiun pengambilan sampel ditetapkan membuat 3 transek dengan panjang transek 100m dan jarak antara transek 10 m. Pada masing-masing transek dibuat 5 buah plot pengamatan berukuran 2 m x 2 m yang disusun secara sistematis

dengan menggunakan metode garis berpetatak.

Analisis Data

Dalam Penelitian ini analisis data yang dilakukan adalah, data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif dan kuantitatif. Secara deskriptif dengan mengidentifikasi tumbuhan paku menggunakan kunci identifikasi pada buku flora Steenis et al., (2002) dan dimasukkan ke dalam tabulasi. Sedangkan secara kuantitatif analisa data untuk mengetahui keanekaragaman jenis tumbuhan paku dengan menghitung indeks keanekaragaman (H') dengan rumus Shannon Wiener (Odum,1993) sebagai berikut:

$$H' = - \sum P_i \ln P_i$$

Keterangan:

H' :Indeks Keanekaragaman Shannon-Wiener

P_i :Proporsi individu yang ditemukan pada spesies ke-i (n_i/N)

N : Jumlah individu total

n_i : Jumlah individu jenis ke-i

Kriteria Indeks Keanekaragaman (H') Shannon-Wiener menurut Indriani (2009) sebagai berikut:

1. Jika (H') lebih kecil dari 1 berarti keanekaragaman jenisnya rendah.
2. Jika (H') 1-3 berarti keanekaragaman jenisnya sedang.
3. Jika (H') lebih besar dari 3 berarti keanekaragaman jenisnya tinggi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Jenis Tumbuhan Paku

Hasil penelitian yang dilaksanakan di Desa Gading Sari Kecamatan Tapung Kabupaten Kampar tentang Keanekaragaman Hayati Tumbuhan Paku (Pteridophyta) di Desa Gading Sari Kecamatan Tapung Kabupaten Kampar terdapat 8 jenis tumbuhan paku yang tergolong ke dalam 5 famili yaitu famili Pteridaceae,

Polyopoduaceae, Dryopteridaceae, Gleicheniaceae dan Lygodiaceae. Adapun jenis tumbuhan tersebut adalah, *Acrostichum speciosum*, *Adiantum hispidulum*, *Davallia denticulate*, *Lygodium flexuosum*, *Elaphoglossum angulatum*, *Glechenia linearis*, *Nephrolepis biserrata* dan *Pityrogranma calomelanos*.

Keberadaan tumbuhan paku ini dapat dilihat dari tabel berikut ini:

Tabel 1.

Jenis-jenis Tumbuhan Paku di Desa Gading Sari Kec. Tapung Kab. Kampar Provinsi Riau

| No | Nama Spesies | Lokasi penelitian | | |
|----|---------------------------------|-------------------|------|------|
| | | ST 1 | ST 2 | ST 3 |
| 1 | <i>Acrostichum speciosum</i> | √ | √ | √ |
| 2 | <i>Adiantum hispidulum</i> | √ | √ | √ |
| 3 | <i>Davallia denticulate</i> | √ | — | — |
| 4 | <i>Elaphoglossum angulatum</i> | — | √ | — |
| 5 | <i>Glechenia linearis</i> | — | √ | — |
| 6 | <i>Lygodium flexuosum</i> | √ | √ | √ |
| 7 | <i>Nephrolepis biserrata</i> | √ | √ | √ |
| 8 | <i>Pityrogranma calomelanos</i> | √ | √ | √ |

Dari tabel 1 di atas diketahui bahwa keberadaan 8 spesies tumbuhan paku yang tersebar dalam 3 stasiun penelitian yaitu pada karakteristik tanah gambut, karakteristik tanah rawa dan karakteristik tanah liat. Dari ke 8 spesies tersebut hanya 5 spesies yang keberadaannya ada pada semua karakteristik tanah yang dijadikan sampel penelitian dan 3 spesies yang lainnya tidak ada di ke tiga karakteristik sampel tanah yang dijadikan lokasi penelitian. Spesies *Davalia denticulate* hanya terdapat pada stasiun I atau

karakteristik tanah gambut saja sementara di karaktersitik tanah rawa dan liat spesies ini tidak terdapat. Untuk spesise Elaphoglossum angulatum dan Glechenia linearis juga hanya terdapat pada satu stasiun saja yakni pada stasiun karakteristik tanah rawa sementara pada karakteristik tanah gambut dan liat kedua spesies ini tidak dijumpai.

Keanekaragaman Tumbuhan Paku

Tabel 2.

Jenis Tumbuhan paku yang terdapat di setiap stasiun pengamatan

| No | Nama Spesies | Jumlah Spesies | | | Jumlah Individu |
|---------------|---------------------------------|----------------|------------|-----------|-----------------|
| | | ST I | ST II | ST III | |
| 1 | <i>Acrostichum speciosum</i> | 95 | 57 | 41 | 193 |
| 2 | <i>Adiantum hispidulum</i> | 304 | 31 | 8 | 343 |
| 3 | <i>Davallia denticulate</i> | 7 | - | - | 7 |
| 4 | <i>Elaphoglossum angulatum</i> | - | 2 | - | 2 |
| 5 | <i>Glechenia linearis</i> | - | 4 | - | 4 |
| 6 | <i>Lygodium flexuosum</i> | 31 | - | 6 | 37 |
| 7 | <i>Nephrolepis biserrata</i> | 103 | 78 | 8 | 189 |
| 8 | <i>Pityrogramma calomelanos</i> | 124 | 1 | 7 | 132 |
| Jumlah | | 664 | 173 | 70 | 899 |

Tumbuhan paku yang paling banyak terdapat pada jenis *Adiantum hispidulum* dengan jumlah individu mencapai 343 yang keberadaanya di dominasi pada stasitun I

dengan jumlah 304 individu, sementara yang paling sedikit adalah jenis *Elaphoglossum angulatum* dengan jumlah 2 individu saja pada seluruh stasiun pengamatan. Untuk hasil keseluruhan jumlah dari individu yang tercatat dari hasil pengamatan seluruh stasiun adalah sebanyak 899 individu di mana dari keseluruhan stasiun didominasi oleh stasiun I dengan jumlah sebanyak 664 individu dan spesies yang mendominasi adalah *Adiantum hispidulum* sebanyak 304 individu. Untuk jumlah stasiun II terdapat 173 individu di mana pada stasiun II ini di dominasi oleh spesies *Nephrolepis biserrata* sebanyak 78 individu dan yang terakhir adalah pada stasiun III dengan jumlah 70 individu yang didominasi pada spesies *Acrostichum speciosum* dengan jumlah sebanyak 41 individu.

Dari tabel jenis tumbuhan paku yang ada di atas tersebut ada 3 spesies tumbuhan paku yang mempunyai jumlah paling sedikit yakni spesies *Elaphoglossum angulatum* dengan jumlah hanya 2 individu, spesies *Glechenia linearis* hanya terdapat sebanyak 4 individu sementara spesise *Davallia denticulate* hanya berjumlah 7 individu saja dan masing-masing spesies tersebut hanya ada di satu stasiun saja.

Tabel 3.

Indeks Keanekaragaman tumbuhan paku di Desa Gading Sari Kec. Tapung Kab. Kampar Provinsi Riau

| No | Nama Spesies | Indeks Keanekaragaman (H') | | |
|----|------------------------------|----------------------------|------------------|-------------------|
| | | Pi ln Pi (ST I) | Pi ln Pi (ST II) | Pi ln Pi (ST III) |
| 1 | <i>Acrostichum speciosum</i> | - 0,279 | - 316,2 | - 0,333 |
| 2 | <i>Adiantum hispidulum</i> | - 0,355 | - 143,5 | - 0,335 |
| 3 | <i>Davallia denticulate</i> | - 0,047 | - 0,052 | 0 |
| 4 | <i>Elaphoglossum</i> | 0 | - | 0 |

| No | Nama Spesies | Indeks Keanekaragaman (H') | | |
|---------------|---------------------------------|----------------------------|------------------|-------------------|
| | | Pi ln Pi (ST I) | Pi ln Pi (ST II) | Pi ln Pi (ST III) |
| | <i>angulatum</i> | | 0,034 | |
| 5 | <i>Glechenia linearis</i> | 0 | - | 0 |
| 6 | <i>Lygodium flexuosum</i> | - | - | - |
| | | 0,142 | 0,040 | 0,200 |
| 7 | <i>Nephrolepis biserrata</i> | - | - | - |
| | | 0,282 | 0,298 | 0,179 |
| 8 | <i>Pityrogramma calomelanos</i> | - | - | - |
| | | 0,311 | 0,326 | 0,220 |
| Jumlah | | - | - | - |
| | | 1,416 | 1,578 | 1,267 |
| (H') | | 1,416 | 1,578 | 1,267 |

Dari hasil penghitungan Indeks Keanekaragaman Hayati Tumbuhan Paku (Pteridophyta) di Desa Gading Sari Kecamatan Tapung Kabupaten Kampar Provinsi Riau pada Stasiun I menunjukkan nilai keanekaragaman yang sedang karena berada pada nilai 1,416. Nilai Indeks Keanekaragaman pada stasiun II dengan nilai 1,578 ini menyatakan bahwa di lokasi tanah rawa ini keanekaragaman dikategorikan ke dalam sedang dan Indeks Keanekaragaman tumbuhan paku di stasiun III yaitu dengan karakteristik tanah liat bernilai sebesar 1,267 yang menunjukkan nilai sedang.

Potensi Tumbuhan Paku

Tumbuhan paku yang ada di desa Gading Sari Kecamatan Tapung Kabupaten Kampar Provinsi Riau mempunyai beberapa potensi, diantaranya berpotensi sebagai sayur, obat dan tanaman hias. Adapun spesies tumbuhan paku yang berpotensi sebagai sayur adalah spesies *Nephrolepis biserrata*, tumbuhan paku yang berpotensi sebagai tumbuhan obat adalah spesies *Glechenia linearis*, *Lygodium flexuosum*, sementara tumbuhan paku yang berpotensi sebagai tumbuhan hias adalah

spesies *Adiantum hispidulum*, *Davallia denticulate* dan *Nephrolepis biserrata*.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

- Tumbuhan paku yang teridentifikasi di Perkebunan Kelapa Sawit Desa Gading Sari Kec. Tapung Kab. Kampar Provinsi Riau ada 8 jenis yang masuk ke dalam 5 famili yakni *Acrostichum speciosum*, *Adiantum hispidulum*, *Davallia denticulate*, *Elaphoglossum angulatum*, *Lygodium flexuosum*, *Glechenia linearis*, *Nephrolepis biserrata* dan *Pityrogramma calomelanos*
- Indeks Keanekaragaman tumbuhan paku yang ada di perkebunan kelapa sawit desa Gading Sari Kec. Tapung Kab. Kampar Provinsi Riau pada stasiun I sebesar 1, 416, stasiun II sebesar 1,578 dan stasiun III sebesar 1,267 yang menunjukkan nilai Indeks Keanekaragaman sedang.
- Potensi dari Tumbuhan Paku yang ada di perkebunan kelapa sawit Desa Gading Sari Kec. Tapung Kab. Kampar Provinsi Riau adalah sebagai sayur spesies *Nephrolepis biserrata*, sebagai tumbuhan obat *Elaphoglossum angulatum*, *Glechenia linearis* dan *Lygodium flexuosum*, sementara yang berpotensi sebagai tumbuhan hias adalah *Adiantum hispidulum*, *Davallia denticulate* dan *Nephrolepis biserrata*.

5. DAFTAR PUSTAKA

Indriani, D. P., Hanifa Marisa, dan Zakaria. 2009."Keanekaragaman Spesies Tumbuhan Pada Kawasan Mangrove Nipah (*Nypa fruticans* Wurmb.) di Kecamatan Pulau Rimau Kabupaten Banyuasin Sumatera Selatan." Jurnal

- Penelitian Sains, Volume 2 Nomor 3(D) 12309.
- Irwan, Z. D. 2007. Prinsip-Prinsip Ekologi. Bumi Aksara. Jakarta.
- Lugrayasa I. N dan B. Adjie. 2004. "Ekologi Tumbuhan Paku di Taman Nasional Bogani Nani Wartabone, Sulawesi Utara." Laporan Teknik Kebun Raya "Eka Karya" Bali 2004. UPT Balai Konservasi Tumbuhan Kebun Raya. LIPI.
- Istamar Syamsuri (2004), Buku Pelajaran Biologi Jilid IA Kelas X, Erlangga, Jakarta.
- Steenis, C.G.G.J., D. Den Hoed, S. Bloembergen dan P.J. Eyma. 2002. Flora. Paradnya Paramita. Jakarta.
- Odum, P. E. 1993. Dasar-Dasar Ekologi. Terjemahan ir. Tjahyono Samingan, M.Sc. UGM. Yogyakarta.



AKTIVITAS ANTIDIABETES EKSTRAK ETANOL DAUN ASAM JAWA (*Tamarindus Indica Linn*) TERHADAP ENZIM ALFA GLUKOSIDASE

Hasmalina Nasution, Musyirna Rahmah Nst, Reza Abdifi

Universitas Muhamadiyah, Sekolah Tinggi Ilmu Farmasi Riau, Pekanbaru, Riau, Indonesia

ABSTRAK

Secara empiris tanaman obat tradisional terbukti dapat menurunkan kadar glukosa darah. Salah satunya daun asam jawa (*Tamarindus Indica Linn*). Telah dilakukan pengujian penentuan aktivitas antidiabetes daun asam jawa terhadap enzim α -glukosidase. Hasil skrining fitokimia ekstrak etanol daun asam jawa mengandung senyawa metabolit sekunder flavonoid, fenolik dan saponin. Pengujian aktivitas antidiabetes ekstrak etanol daun asam jawa terhadap enzim alfa glukosidase dilakukan dengan menggunakan metoda spektrofotometri. Pada konsentrasi 1000 ppm ekstrak etanol memiliki efek antidiabetes melalui penghambatan enzim α -glukosidase sebesar 20,8%. Efek antidiabetes daun asam jawa lebih kecil dibanding glukobay.

Kata kunci: antidiabetes, asam jawa, α -glukosidase

1. PENDAHULUAN

Diabetes melitus adalah salah satu penyakit atau kelainan metabolisme yang paling sering dijumpai dalam masyarakat. Diabetes melitus ini merupakan penyakit degeneratif yaitu penyakit akibat fungsi atau struktur dari jaringan atau organ tubuh yang secara progresif menurun karena usia atau pengaruh gaya hidup. Penderita diabetes pada umumnya menjalani hiperglikemia.

Aktivitas antidiabetes dapat terjadi berdasarkan beberapa mekanisme yaitu dengan menstimulasi sel β -Langerhans untuk menghasilkan insulin dan penghambatan aktivitas enzim (Matsumoto, et al, 2002). α -glukosidase bertanggungjawab dalam memecah karbohidrat menjadi glukosa pada usus halus manusia. Dengan penghambatan aktivitas enzim tersebut, dapat menunda pemecahan karbohidrat di usus dan menurunkan absorpsi gula darah. Oleh karena obat antidiabetes oral kebanyakan memberikan efek samping yang tidak diinginkan seperti kembung, diare, dan kejang perut, maka

para ahli mengembangkan sistem pengobatan tradisional untuk diabetes melitus yang relatif aman (Lee, 2007: Modak, et al, 2007).

Makin populernya perilaku back to nature, pengobatan alternatif merupakan salah satu sumber pelayanan kesehatan yang mudah diperoleh dan terjangkau oleh masyarakat luas dan memiliki efek samping yang relatif kecil. Salah satu cara untuk mengatasi diabetes adalah dengan memanfaatkan potensi tanaman obat.

Salah satunya tanaman obat tradisional adalah daun asam jawa (*Tamarindus Indica Linn*). Secara empiris, menurut Soedibjo (1998), tumbuhan ini dimanfaatkan sebagai penurun gula darah dengan cara meminum air rebusan daun asam jawa. Secara invivo, ekstrak metanol biji asam jawa berkhasiat menurunkan gula darah tikus yang diinduksi streptozotisin (Diabetes melitus tipe 1) (Rachmander, et all, 2010). Akan tetapi belum ada penelitian yang melaporkan efek antidiabetes daun asam jawa melalui mekanisme penghambatan enzim alfa

glukosidase. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan data ilmiah aktivitas antidiabetes ekstrak etanol daun asam jawa terhadap enzim α -glukosidase secara invitro.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan: alat destilasi, rotary evaporator, pH meter, microplate reader 96 wells, inkubator, timbangan analitik (Acculab), sentrifuse, vortex mixer (VM-2000), pipet mikro 10-100 μ l dan 100-1000 μ l (Eppendorf), eppendorf tube dan peralatan gelas yang biasa digunakan di laboratorium.

Bahan yang digunakan adalah aquadest, etanol, etil asetat, n-heksan, larutan buffer fosfat pH 7 (Sigma-aldrich, USA), Bovin serum albumin (BSA) (Merck, Jerman), enzim α -glukosidase (Sigma-aldrich, USA), substrat p-nitrofenil- α -D-glukopiranosida (Sigma-aldrich, USA), acarbose (Glucobay®), dimetilsulfoksida (Sigma-aldrich, USA), larutan Na_2CO_3 (Sigma-aldrich, USA).

Pengambilan dan Identifikasi Sampel

Sampel yang digunakan adalah daun asam jawa yang diambil di daerah Pekanbaru.

Pembuatan Ekstrak, Fraksinasi sampel dan Uji Fitokimia

Daun asam jawa segar dikumpulkan dan dicuci bersih, kemudian dikering anginkan, dirajang dan ditimbang. Lalu dimaserasi dengan menggunakan pelarut etanol hingga terendam dengan sempurna. Wadah ditutup rapat dan campuran disimpan di tempat yang terlindung dari cahaya selama 3-5 hari sambil diaduk berulang. Selanjutnya filtrat diambil melalui penyaringan dan ditambah kembali dengan pengestrak ke dalam wadah sampel, maserasi dilakukan sebanyak tiga kali. Maserat yang didapat kemudian

dikentalkan dengan rotary evaporator sampai didapat ekstrak kental. Kemudian ekstrak kental etanol tersebut di fraksinasi menggunakan pelarut n-heksan dan residunya difraksi dengan etil asetat. Hasil dari fraksinasi dipekatkan dengan rotary evaporator sehingga diperoleh ekstrak kental fraksi n-heksan dan etil asetat. Hasil dari masing-masing ekstrak ditimbang dan dilakukan uji fitokimia diantaranya uji senyawa saponin, fenolik, flavonoid, terpenoid, steroid dan alkaloid.

Uji inhibisi enzim α -glukosidase secara in vitro (Sancheti et al, 2009)

Pada microplat 96 well, 10 μ L ekstrak 1000 ppm ditambah dengan 50 μ l buffer fosfat (pH 7), 25 μ l 20 mM PNPG, 25 μ l α -glukosidase (0,2 U/ml) lalu inkubasi selama 30 menit pada suhu 37°C. Setelah 30 menit reaksi dihentikan dengan penambahan 100 μ l larutan 0,1 M Na_2CO_3 , lalu absorbansi dari p-nitrofenol diukur pada panjang gelombang 410 nm dengan spektrofotometer. Dengan prosedur yang sama dilakukan untuk 10 ppm glukobay sebagai kontrol.

Tabel 1.

Kondisi reaksi uji inhibisi α -glukosidase

| Reagen | Volume (μ l) | | | | | |
|--------------------------|-------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| | Bo | B1 | So | S1 | Ao | A1 |
| Sampel | - | - | 10 | 10 | 10 | 10 |
| DMSO | 10 | 10 | - | - | - | - |
| Bufer fosfat | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 |
| PNPG | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 |
| Enzim | - | 25 | - | 25 | - | 25 |
| Inkubasi | 37°C, 30 menit | | | | | |
| Na_2CO_3 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |

Keterangan: Bo= kontrol blanko, B1= blanko, So= kontrol sampel, S1= sampel, Ao= kontrol glukobay, A1= glukobay
Persen inhibisi(% I) dihitung dengan rumus:

$$\%I = \frac{A_{\text{kontrol}} - A_{\text{sampel}}}{A_{\text{kontrol}}} \times 100\%$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil identifikasi sampel yang dilakukan di laboratorium biologi Universitas Riau menunjukkan bahwa sampel merupakan tumbuhan asam jawa (*Tamarindus indica* Linn) dengan famili Fabaceae (Gambar 1).



Gambar 1. Tumbuhan Asam Jawa

Sampel kemudian diekstraksi dan difraksinasi dan diperoleh data persen rendemen. Rendemen merupakan presentasi untuk bagian yang dapat diekstrak dari bahan mentah. Besar rendemen hasil ekstraksi 250 g daun asam jawa dihitung dalam persen rendemen yang dapat dilihat pada tabel 1. Hasil menunjukkan bahwa sebagai berikut fraksi etil asetat memiliki % rendemen tertinggi yaitu 3,733%. Perbedaan rendemen yang diperoleh dapat disebabkan karena perbedaaan kandungan metabolit sekunder pada daun asam jawa dan jenis pelarut yang berbeda juga dapat mempengaruhi jumlah rendemen yang dihasilkan.

Tabel 2. Rendemen ekstrak daun asam jawa

| Jenis sampel | Rendemen % |
|--------------------------|------------|
| Ekstrak <i>n</i> -heksan | 1,446 |
| Ekstrak etil asetat | 3,733 |
| Esktraketanol | 1,781 |

Daun asam jawa yang telah diekstraksi dan difraksinasi kemudian diperiksa

kandungan metabolit sekundernya. Hasil menunjukkan bahwa ekstrak etanol mengandung senyawa flavonoid, fenolik dan saponin. Keberadaan senyawa flavonoid, fenolik dan terpenoid pada daun keji beling diduga berperan sebagai inhibitor enzim α -glukosidase. Berdasarkan phrmacognosy review yang ditulis Kumar et al (2011), flavonoid dan fenolik berperan dalam menghambat enzim α -glukosidase.

Tabel 2.

Hasil pemeriksaan kandungan metabolit sekunder Eksrak etanol daun asam jawa

| Kandungan Kimia | Pereaksi | Ekstrak Etanol |
|-----------------|-------------------|-----------------------------------|
| Alkaloid | Mayer | tidak terbentuk endapan putih (-) |
| Flavonoid | Logam Mg+ HClp | terbentuk larutan merah (+) |
| Terpenoid | LB | Tidak terbentuk larutan merah(-) |
| Steroid | LB | Tidak terbentuk larutan. Biru (-) |
| Fenolik | FeCl ₃ | Terbentuk larutan biru (+) |
| Saponin | Air/busa | Terbentuk busa (+) |

Ket: LB (Lieberman-Bouchard)

Untuk mengetahui aktivitas penghambatan senyawa fenolik, flavonoid dan saponin pada ekstrak etanol terhadap α -glukosidase pada daun asam jawa, maka dilakukan ekstraksi bertingkat untuk memisahkan senyawa berdasarkan kepolarannya. Hasil uji aktivitas antidiabetes ekstrak etanol terhadap enzim α -glukosidase pada konsentrasi 250-1000 ppm menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi semakin tinggi pula % inhibisi. Berdasarkan data tabel 3 diketahui bahwa aktivitas penghambatan (% Inhibisi) tertinggi pada konsentrasi 1000 ppm kategori lemah yaitu sebesar 20%. Aktivitas ekstrak etanol pada konsentrasi tertinggi 1000 ppm belum dapat menghambat 50 %

aktivitas enzim sehingga tidak dapat diketahui nilai Inhibition concentration 50% atau IC50. Suatu ekstrak dikatakan berpotensi memiliki aktivitas biologis pada konsentrasi ≤ 1000 ppm.

Tabel 3.

Hasil inhibisi ekstrak etanol dan ekstrak etil asetat terhadap enzim α -glukosidase

| Konsentrasi (ppm) | Daya Inhibisi (%) Ekstrak Etanol |
|-------------------|-------------------------------------|
| 1000 | 20,8 |
| 500 | 5,06 |
| 250 | 2,67 |

Berdasarkan data tabel 4 menunjukkan bahwa aktivitas glukobay lebih besar dibandingkan aktivitas ekstrak etanol. Pada konsentrasi 10 ppm ppm, glukobay memiliki daya inhibisi sebesar 92,927%. Aktivitas inhibisi berkurang dengan semakin kecilnya konsentrasi. Glukobay adalah obat inhibitor α -glukosidase dan digunakan dalam pengobatan penyakit diabetes. Glukobay memiliki senyawa aktif akarbose. Satu tablet glukobay mengandung senyawa akarbose 100 mg. Efek inhibisi glukobay lebih besar dibanding ekstrak etanol daun asam jawa.

Tabel 4. Hasil inhibisi Glukobay terhadap α -glukosidase

| Konsentrasi ppm | % inhibisi |
|-----------------|------------|
| 10 | 92,927 |
| 5 | 78,894 |
| 1 | 60,384 |
| 0,1 | 41,384 |

Prinsip analisis pengujian ini adalah suatu zat yang bertindak sebagai inhibitor akan berikatan dengan enzim α -glukosidase sehingga aktivitas enzim dalam menghidrolisis substrat pNPG (p-nitrofenil- α -D-glukopiranosida) menjadi p-nitrofenol yang berwarna kuning akan terhambat. Absorbansi yang diukur berdasarkan jumlah p-nitrofenol yang terbentuk. Pengukuran

dilakukan dengan alat spektrofotometer pada panjang gelombang 410 nm. Semakin sedikit p-nitrofenol yang terbentuk maka semakin kecil nilai absorbansi dan semakin tinggi aktivitas penghambatannya.

4. KESIMPULAN

1. Senyawa metabolit sekunder ekstrak etanol adalah senyawa flavonoid, fenolik dan saponin
2. Aktivitas antidiabetes ekstrak etanol daun asam jawa terhadap penghambatan enzim α -glukosidase pada konsentrasi 1000 ppm adalah 20,8%

5. DAFTAR PUSTAKA

- Kumar, S., Narwal, S., Kumar, V., and Prakash, O., 2010, α -Glucosidase Inhibitor from plants: A natural approach to treat diabetes, pharmacognosy review, vol 5
- Lee, 2007, Inhibitory activity of Euonymus alatus against α -glucosidase in vitro and invivo, J.Nutr Re Pract, 1-1. 84-188
- Matsumoto, K, et al, 2002, A novel method for the assay of α -glukosidase inhibitory activity using a multi-channel oxygen sensor, J anal Sci,18:1351-1319
- Modak, M, Dixn, P, Londir, J, Ghaskadai, S dan Devasagayam,TPA, 2007, Indian herbs and herbal drugs used for the treatment of diabetes, Journal Clinical Biochemistry Nutrition,40:163-173
- Ramchander. T, Rajkumar. D, Ravanfasad. M, Venkateswarlu Goli, Dhanalakshmi.CH, Arjun, 2012, Antidibetic activity of Aqueous Methanolic Extracts o leaf of Tamarindus Indica, International Journal of Pharmacognosy and Phytochemical Research 4 (1): 5-7
- Soedibyo. M, 1998, Alam Sumber Kesehatan, Manfaat dan Kegunaan, Jakarta: Balai Pustaka

Sancheti, Sh., Sancheti, Sa., Yum Seo, S.,
2009., Chaenomeles Sinensis: A Potent
 α and β -Glucosidase Inhibitor.,

American Journal of Pharmacology and
Toxicology 4(1):8-11., ISSN1557-4962



BERAT LAHIR SEBAGAI FAKTOR DOMINAN TERJADINYA STUNTING PADA BALITA (12–59 BULAN) DI SUMATERA (ANALISIS DATA RISKESDAS 2010)

Fitri

Jurusan Gizi, Politeknik Kesehatan Kemenkes Riau
fitri.anwar06@gmail.com

ABSTRACT

Stunting is very short state of body so that the deficit exceeded -2 SD below the median length or height. Stunting is a public health issue because it deals with an increased risk of morbidity and mortality, delayed motor development, and mental growth retardation. The general objective of research is to know the dominant factor related with stunting in infants (12-59 months) in Sumatra in 2010. This study uses cross sectional research design and quantitative method with 3126 toddlers sample. Processing and analyzing data using chi square test (bivariate) and multiple logistic regression (multivariate). The analysis showed that based on the index TB/U, stunting toddlers as much as 37.5% and 62.5% of normal. The results of chi square test showed significant relationship between stunting with birth weight, energy intake, protein intake, sex, maternal education, area of residence and economic status of families. The results of multivariate analysis showed the birth weight variable is the most dominant factor associated with stunting after being controlled with sex, area of residence and economic status of families variables.

Key words: *stunting, birth weight, toddlers 12-59 months.*

1. PENDAHULUAN

Diabetes melitus adalah salah satu penyakit atau kelainan metabolisme yang paling sering dijumpai dalam masyarakat. Diabetes melitus ini merupakan penyakit degeneratif yaitu penyakit akibat fungsi atau struktur dari jaringan atau organ tubuh yang secara progresif menurun karena usia atau pengaruh gaya hidup. Penderita diabetes pada umumnya menjalani hiperglikemia.

Keadaan gizi kurang dapat ditemukan pada setiap kelompok masyarakat. Pada hakikatnya keadaan gizi kurang dapat dilihat sebagai suatu proses kurang asupan makanan ketika kebutuhan normal terhadap satu atau beberapa zat gizi tidak terpenuhi, atau zat-zat gizi tersebut hilang dengan jumlah yang lebih besar daripada yang diperoleh. *Stunting* merupakan keadaan

tubuh yang pendek dan sangat pendek hingga melampaui defisit -2 SD di bawah median panjang atau tinggi badan (Manary & Solomons, 2009).

Stunting dapat didiagnosis melalui indeks antropometrik tinggi badan menurut umur yang mencerminkan pertumbuhan linier yang dicapai pada pra dan pasca persalinan dengan indikasi kekurangan gizi jangka panjang, akibat dari gizi yang tidak memadai dan atau kesehatan. *Stunting* merupakan pertumbuhan linear yang gagal untuk mencapai potensi genetik sebagai akibat dari pola makan yang buruk dan penyakit (ACC/SCN, 2000).

Retardasi pertumbuhan atau *stunting* pada anak-anak di negara berkembang terjadi terutama sebagai akibat dari kekurangan gizi kronis dan penyakit infeksi

yang mempengaruhi 30% dari anak-anak usia di bawah lima tahun (UNSCN, 2004). *Stunting* berhubungan dengan perkembangan yang buruk pada balita dan berakibat berkurangnya pengetahuan serta prestasi sekolah dibandingkan dengan anak-anak yang normal. *Stunting* dapat mengakibatkan terganggunya fungsi kognitif, terganggunya proses metabolisme, dan terjadinya penurunan produktivitas (Branca & D'Acapito, 2005).

Stunting adalah masalah gizi utama yang akan berdampak pada kehidupan sosial dan ekonomi dalam dan di antara masyarakat. Ada bukti jelas bahwa individu yang *stunting* memiliki tingkat kematian lebih tinggi dari berbagai penyebab dan terjadinya peningkatan penyakit. *Stunting* akan mempengaruhi kinerja pekerjaan fisik dan fungsi mental dan intelektual akan terganggu (Mann & Truswell, 2002). Hal ini juga didukung oleh Jackson & Calder (2004) mengatakan bahwa *stunting* berhubungan dengan gangguan fungsi kekebalan dan akan meningkatkan risiko kematian.

Adanya 178 juta anak di dunia yang terlalu pendek berdasarkan usia dibandingkan dengan pertumbuhan standar WHO, *stunting* menjadi indikator kunci dari kekurangan gizi kronis, seperti pertumbuhan yang melambat, perkembangan otak tertinggal dan sebagai hasilnya anak-anak *stunting* lebih mungkin mempunyai daya tangkap yang lebih rendah. Tingkat *stunting* antara anak-anak di Afrika dan Asia sangat bervariasi di antara beberapa studi yang dipublikasikan (WHO, 2011).

Prevalensi *stunting* di beberapa negara di Afrika, di Asia, di Amerika Selatan dan Tengah dan di Karibia berkisar antara 30-50% (misalnya Bolivia, Guatemala, Haiti, Honduras, Peru). Prevalensi *stunting* pada anak-anak berusia di bawah lima tahun di Guatemala mengalami peningkatan bisa

dilihat dari tahun 1998 prevalensi *stunting*nya 53,1% dan pada tahun 2002 menjadi 54,3%. Begitu juga dengan Haiti mengalami peningkatan dari tahun 2000 prevalensi *stunting*nya 28,3% menjadi 29,7% pada tahun 2006 dan Peru walaupun terjadi penurunan dibandingkan dengan tahun 1996 yaitu 31,6% prevalensi *stunting* di Peru masih berada di kisaran 30% pada tahun 2005 (UNSCN, 2008).

Kekurangan gizi di kalangan anak-anak masih umum di banyak bagian dunia. Di Afrika, peningkatan prevalensi di tambah dengan pertumbuhan penduduk menyebabkan peningkatan jumlah anak kurus dari 24 juta di tahun 1990 menjadi 30 juta di 2010. Di Asia, jumlah anak kurus diperkirakan akan lebih besar sekitar 71 juta pada tahun 2010 (WHO, 2011). Prevalensi *stunting* tahun 2007 di Asia adalah 30,6 % (UNSCN, 2008). Dan juga didukung oleh penelitian Sengupta, Phillip & Benjamin (2010) yang dilakukan di Ludhiana, India, prevalensi *stunting* pada usia 12 – 59 bulan adalah 74,55%. Indonesia adalah salah satu negara yang termasuk prevalensi dari *stunting* kategori sangat tinggi yaitu lebih dari 40% (WHO, 1997).

Hasil Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) tahun 2010 menunjukkan bahwa dalam beberapa tahun terakhir telah terjadi perbaikan status gizi balita di Indonesia. Hal ini ditandai dengan menurunnya prevalensi *stunting* dari 36,5 % pada tahun 2007 menjadi sebesar 35,6 % pada tahun 2010. Angka prevalensi ini masih diatas ambang batas (*cut off*) yang telah disepakati secara universal, dimana apabila masalah *stunting* diatas 20% maka masih merupakan masalah kesehatan masyarakat (Kemenkes RI, 2010).

WHO (1997) mengelompokkan wilayah berdasarkan prevalensi *stunting* ke dalam empat kelompok yaitu rendah (< 20%), sedang (20 – 29%), tinggi (30 – 39 %) dan

sangat tinggi ($> 40\%$). Menurut Riskesdas (2010) angka prevalensi *stunting* pada balita di Sumatera yaitu sebesar 34.1 %. Terdapat empat propinsi di Sumatera dengan prevalensi *stunting* di atas prevalensi nasional yaitu Aceh (39%), Sumatera Utara (42.3%), Sumatera Selatan (40.4%) dan Lampung (36.2%). Terdapat dua propinsi yang prevalensi *stunting* sangat tinggi yaitu $>40\%$ adalah Sumatera Utara dan Sumatera Selatan. Berdasarkan angka prevalensi tersebut diketahui bahwa kejadian *stunting* di Sumatera termasuk tinggi. Oleh karena itu diperlukan suatu penelitian untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi kejadian *stunting* di Sumatera.

Berdasarkan uraian tersebut diatas, penulis tertarik untuk menulis tentang Berat Lahir Sebagai Faktor Dominan Terjadinya *Stunting* Pada Balita (12–59 Bulan) Di Sumatera (Analisis Data Riskesdas 2010).

2. METODOLOGI PENELITIAN

Desain Penelitian

Desain yang digunakan dalam penelitian ini adalah *cross sectional* (potong lintang) dengan pendekatan kuantitatif dengan tujuan untuk mengetahui faktor dominan yang berhubungan dengan *stunting* pada balita (12 – 59 Bulan) di Sumatera tahun 2010. *Stunting* pada balita merupakan variabel dependen sedangkan variabel independen yang diteliti adalah berat lahir, asupan energi, asupan protein, umur dan jenis kelamin balita, pendidikan ibu, jumlah anggota rumah tangga, wilayah tempat tinggal dan status ekonomi keluarga.

Waktu dan Lokasi Penelitian

Riskesdas telah dilaksanakan pada bulan Mei – Agustus 2010 di 33 Provinsi dan 441 kabupaten/kota dari total 497 kabupaten/kota di Indonesia. Pelaksanaan analisis data untuk penulisan ini

dilaksanakan pada bulan September – Desember 2011 di Fakultas Kesehatan Masyarakat – Universitas Indonesia, Depok – Jawa Barat. Penelitian ini menggunakan data sekunder dari Riskesdas 2010 yang mengambil lokasi penelitian di Sumatera. Prosedur perijinan telah diajukan dari Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia kepada Badan Penelitian dan Pengembangan Kemenkes R.I. pada bulan Juni 2011.

Populasi dan Sampel Penelitian

Populasi adalah balita yang terdapat pada data Riskesdas 2010 di wilayah blok sensus Sumatera yang hidup pada saat dilakukan wawancara. Berdasarkan data yang diperoleh dari Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan Kementerian Kesehatan RI, jumlah balita yang terdapat pada data Riskesdas 2010 di wilayah blok sensus Sumatera adalah 5392 orang. Sedangkan sampel adalah bayi yang mempunyai data lengkap sesuai variabel penelitian (tidak ada yang missing). Balita yang diambil sebagai sampel penelitian ini adalah balita yang mempunyai kriteria sebagai berikut:

Kriteria inklusi adalah usia balita 12 – 59 bulan dan mempunyai data lengkap sesuai variabel penelitian.

Kriteria eksklusi adalah mempunyai data z score TB/U < -6 SD dan $> +6$ SD (WHO, 2010).

Berdasarkan kriteria tersebut maka diperoleh anak usia 12 – 59 bulan yang mempunyai data z score TB/U lengkap sebanyak 3126 anak.

Kekuatan Uji Penelitian

Penelitian ini menggunakan data riskesdas 2010 yang merupakan data sekunder, sehingga besar sampel sudah diketahui terlebih dahulu. Pada penelitian ini sampel yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi adalah sebanyak 3126 orang.

Perhitungan kekuatan uji variabel-variabel penelitian akan digunakan rumus besar sampel yaitu rumus uji hipotesis untuk dua proporsi. Berdasarkan proporsi variabel yang diperoleh dari penelitian dengan menggunakan sampel 3126 orang, dihitung kekuatan uji $(1-\beta)$ penelitian pada masing-masing variabel dalam penelitian ini dan diperoleh nilai $(1-\beta)$ lebih besar dari 80%.

menurut indeks PB/U (12-24 Bulan) dan TB/U (24 – 59 Bulan) adalah 37.5% dan yang mempunyai status gizi normal sebesar 62.5%. Sebagian besar balita mempunyai berat lahir normal (95.2%) sedangkan balita lainnya mempunyai berat lahir rendah yaitu sebesar 4.8%. Distribusi responden menurut karakteristik variabel penelitian secara lengkap disajikan pada Tabel 1.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan prevalensi *stunting* pada balita (12-59 bulan)

Tabel 1. Hasil Analisis Univariat

| Variabel | n | % | Jumlah |
|-----------------------------|------|------|-------------|
| Status Gizi | | | |
| Stunting | 1172 | 37.5 | |
| Normal | 1954 | 62.5 | 3126 (100%) |
| Berat Lahir | | | |
| BBLR | 150 | 4.8 | |
| Normal | 2976 | 95.2 | 3126 (100%) |
| Asupan Energi | | | |
| Kurang | 1578 | 50.5 | |
| Cukup | 1548 | 49.5 | 3126 (100%) |
| Asupan Protein | | | |
| Kurang | 899 | 28.8 | |
| Cukup | 2227 | 71.2 | 3126 (100%) |
| Umur | | | |
| 12 – 36 bulan | 1666 | 53.3 | 3126 (100%) |
| 37 – 59 bulan | 1460 | 46.7 | |
| Jenis Kelamin | | | |
| Perempuan | 1534 | 49.1 | |
| Laki-laki | 1592 | 50.9 | 3126 (100%) |
| Pendidikan Ibu | | | |
| Rendah | 1671 | 53.5 | |
| Tinggi | 1455 | 46.5 | 3126 (100%) |
| Jumlah Anggota Rumah Tangga | | | |
| <= 4 Orang | | | |
| > 4 Orang | 1571 | 50.3 | |
| | 1555 | 49.7 | 3126 (100%) |
| Wilayah Tempat Tinggal | | | |
| Pedesaan | 1548 | 49.5 | |
| Perkotaan | 1578 | 50.5 | 3126 (100%) |
| Status Ekonomi Keluarga | | | |
| Rendah | 1909 | 61.1 | |
| Tinggi | 1211 | 38.9 | 3126 (100%) |

Hubungan Karakteristik Responden dengan *Stunting*

Proporsi kejadian *stunting* pada balita (12 – 59 bulan) lebih banyak ditemukan pada balita dengan berat lahir rendah (49.3%) dibandingkan balita dengan berat lahir normal (36.9%). Terdapat hubungan yang bermakna secara statistik antara berat lahir dengan *stunting* yang diukur berdasarkan

indeks status gizi TB/U dengan p value 0.003 dan nilai OR sebesar 1.665. Hal ini berarti bahwa balita yang mempunyai berat lahir rendah, memiliki risiko menjadi *stunting* sebesar 1.7 kali dibanding balita yang mempunyai berat lahir normal. Hasil analisis bivariat variable *independent* dengan variabel *dependent* pada penelitian secara lengkap disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Analisis Bivariat

| Variabel | Status Gizi | | | | Total | | OR | p value |
|-----------------------------|-------------|------|--------|------|-------|-----|-------|---------|
| | Stunting | | Normal | | n | % | | |
| | n | % | n | % | | | | |
| Berat Lahir | | | | | | | | |
| BBLR | 74 | 49.3 | 76 | 50.7 | 150 | 100 | 1.665 | 0.003* |
| Normal | 1098 | 36.9 | 1878 | 63.1 | 2976 | 100 | | |
| Asupan Energi | | | | | | | | |
| Rendah | 627 | 39.7 | 951 | 60.3 | 1578 | 100 | 1.213 | 0.010* |
| Cukup | 545 | 35.2 | 1003 | 64.8 | 1548 | 100 | | |
| Asupan Protein | | | | | | | | |
| Rendah | 364 | 40.5 | 535 | 59.5 | 899 | 100 | 1.195 | 0.031* |
| Cukup | 808 | 36.3 | 1419 | 63.7 | 2227 | 100 | | |
| Umur | | | | | | | | |
| 12 – 36 bulan | 649 | 39 | 1017 | 61 | 1666 | 100 | 1.143 | 0.077 |
| 37 – 59 bulan | 523 | 35.8 | 937 | 64.2 | 1460 | 100 | | |
| Jenis Kelamin | | | | | | | | |
| Perempuan | 670 | 43.7 | 864 | 56.3 | 1534 | 100 | 1.684 | 0.000* |
| Laki-laki | 502 | 31.5 | 1090 | 68.5 | 1592 | 100 | | |
| Pendidikan Ibu | | | | | | | | |
| Rendah | 688 | 41.2 | 983 | 58.8 | 1671 | 100 | 1.404 | 0.000* |
| Tinggi | 484 | 33.3 | 971 | 66.7 | 1455 | 100 | | |
| Jumlah Anggota Rumah Tangga | | | | | | | | |
| < = 4 orang | 581 | 37.0 | 990 | 63.0 | 1571 | 100 | 0.957 | 0.579 |
| >4 orang | 591 | 38.0 | 964 | 62.0 | 1555 | 100 | | |
| Wilayah Tempat Tinggal | | | | | | | | |
| Pedesaan | 653 | 42.2 | 895 | 57.8 | 1548 | 100 | 1.489 | 0.000* |
| Perkotaan | 519 | 32.9 | 1059 | 67.1 | 1578 | 100 | | |
| Status Ekonomi Keluarga | | | | | | | | |
| Rendah | 814 | 42.6 | 1095 | 57.4 | 1909 | 100 | 1.784 | 0.000* |
| Tinggi | 358 | 29.4 | 859 | 70.6 | 1217 | 100 | | |

Keterangan: *Signifikan pada $\alpha = 0.05$

Analisis Multivariat

Hasil analisis bivariat antara variabel independen dengan variabel dependen diketahui bahwa ada 8 variabel yang nilai p

value < 0.25 yaitu variabel berat lahir, asupan energi, asupan protein, umur, jenis kelamin, pendidikan ibu, tempat tinggal dan status ekonomi keluarga.. Hasil akhir dari

analisis multivariat dapat dilihat selengkapnya pada tabel 3.

Tabel 3. Pemodelan Terakhir Analisis Multivariat

| Variabel | Exp(B) | p-value | OR (95% CI) |
|-------------------------|--------|---------|---------------|
| Berat Lahir | 1.707 | 0.002 | 1.220 – 2.389 |
| Jenis Kelamin | 1.681 | 0.000 | 1.450 – 1.950 |
| Wilayah Tempat Tinggal | 1.322 | 0.000 | 1.136 – 1.539 |
| Status Ekonomi Keluarga | 1.678 | 0.000 | 1.431 – 1.967 |

Penelitian ini merupakan penelitian menggunakan data sekunder yang dihasilkan Riskesdas 2010. Data konsumsi makanan yaitu asupan energi balita hanya berdasarkan hasil *recall* 1 x 24 jam. Menurut Gibson (2005), *recall* konsumsi makanan sebaiknya dilakukan 3 x 24 jam dengan tujuan untuk menangkap variasi dalam jenis dan jumlah konsumsi makanan. Asupan energi yang berasal dari ASI tidak dihitung, tetapi yang dihitung hanya asupan yang berasal konsumsi makanan selain ASI. Tingkat pendapatan keluarga dihitung berdasarkan jumlah pengeluaran rumah tangga sehari yang dinyatakan dalam kuintil (1 sampai dengan 5). Angka dalam rupiah untuk kuintil-kuintil tersebut tidak bisa didapatkan oleh penulis karena data tersebut tidak ada dalam data Riskesdas 2010.

Prevalensi *stunting* di Sumatera sebesar 37.5%, lebih tinggi dari prevalensi *stunting* nasional hasil Riskesdas 2010 sebesar 35.6%. Bila dibandingkan dengan batas “*non public health problem*” menurut WHO, angka ini masih di atas ambang batas (*cut off*) yang telah disepakati secara universal. Apabila masalah *stunting* di atas 20% maka merupakan masalah kesehatan masyarakat (Kemenkes RI, 2010).

Tingginya prevalensi *stunting* mengindikasikan bahwa pertumbuhan pada anak terkait dengan faktor jangka panjang, termasuk tidak cukupnya asupan makanan, infeksi, tidak menyusui selama periode yang berkelanjutan, dan rendahnya status sosial ekonomi rumah tangga. Ini cukup terbukti

dalam penelitian yang dilakukan oleh El Sayed *et al* (2001) tingkat sosial ekonomi tinggi dan status lingkungan yang baik ditemukan menjadi protektif terhadap *stunting*.

Berat lahir merupakan indikator untuk kelangsungan hidup, pertumbuhan, kesehatan jangka panjang dan pengembangan psikososial dan juga mencerminkan secara mendasar kualitas perkembangan intra uterin dan pemeliharaan kesehatan mencakup pelayanan kesehatan yang diterima oleh ibu selama kehamilannya (Awwal *et al*, 2004). Berat bayi pada saat dilahirkan juga indikator potensial untuk pertumbuhan bayi, respon terhadap rangsangan lingkungan, dan untuk bayi bertahan hidup. Berat bayi <2.500 gram membawa risiko 10 kali dari kematian neonatal dibandingkan dengan bayi baru lahir beratnya 3 sampai 3,5 kg (Schanler, 2003).

Penelitian ini menunjukkan bahwa proporsi balita *stunting* lebih banyak ditemukan pada balita dengan berat lahir rendah dibandingkan balita dengan berat lahir normal. Terdapat perbedaan proporsi antara keduanya, balita yang mempunyai berat lahir rendah memiliki risiko menjadi *stunting* sebesar 1.7 kali dibanding balita yang mempunyai berat lahir normal.

Berat lahir rendah merupakan faktor risiko yang sangat signifikan untuk pertumbuhan, terutama di 6 bulan pertama. Sepanjang dua tahun pertama, infeksi meningkatkan kemungkinan *stunting*, dan

perawatan kesehatan memiliki efek perlindungan (Adair & Guilkey, 1997). Berat bayi lahir rendah yang diikuti oleh asupan makanan dan pelayanan kesehatan yang tidak memadai, sering terjadi infeksi pada anak selama masa pertumbuhan menyebabkan pertumbuhan anak akan terhambat dan anak akhirnya menjadi pendek (*stunting*) (ACC/SCN, 2000). Infeksi yang sering terjadi pada balita adalah diare dan infeksi saluran pernafasan. Infeksi pada balita tergantung kondisi lingkungan dan kebersihan tempat tinggal di sekitar balita.

Bayi lahir cukup bulan (37 minggu kehamilan), tetapi berat lahir rendah (<2500 gr) mengalami pertumbuhan intrauterin terbatas. Dengan teknik regresi linier untuk memperkirakan hubungan antara berat lahir dan angka kematian, risiko relatif untuk semua penyebab kematian dan untuk kematian karena asfiksia lahir dan infeksi. Bayi lahir dengan berat 1500-1999 gram, 8,1 (95%CI: 3,3 -19,3) kali lebih risiko meninggal, dan bayi dengan berat 2000-2499 gr dan 2,8 (95%CI: 1,8 - 4,4) kali lebih risiko meninggal akibat semua penyebab selama periode neonatal, dibandingkan bayi dengan berat lahir > 2499 gr (Black *et al*, 2008).

Berat lahir sangat tergantung pada status gizi ibu selama kehamilan dan sebelum konsepsi. Berat lahir juga menjadi indikator tidak langsung untuk mengevaluasi gizi ibu dan sampai titik tertentu, untuk memprediksi perkembangan masa depan anak. Anak-anak dengan pertumbuhan terhambat berisiko menjadi gemuk, sehingga menempatkan mereka pada peningkatan risiko mengembangkan penyakit kronis di masa dewasa (PAHO, 2007). Hal ini dapat disebabkan oleh peranan hormon leptin dan insulin yang mengatur penyimpanan dan keseimbangan energi. Leptin memegang peran utama sebagai pengendali berat badan.

Apabila asupan energi melebihi dari yang dibutuhkan, maka jaringan adiposa meningkat disertai dengan peningkatan kadar leptin dalam peredaran darah sehingga terjadi penurunan nafsu makan. Demikian pula sebaliknya bila kebutuhan energi lebih besar dari asupan energi, maka jaringan adiposa berkurang dan terjadi rangsangan pada *orexigenic center* di hipotalamus yang menyebabkan peningkatan nafsu makan.

Ukuran tubuh ibu sebelum hamil, yang mencerminkan status gizi ibu pra-kehamilan, adalah prediktor kuat dari berat lahir, pertumbuhan bayi dan status gizi ibu postpartum. Kekurangan gizi kronis ringan dan sedang mengarah ke *stunting* pada awal kehidupan. Dengan usia tiga sampai empat bulan, anak-anak mulai menderita kerugian permanen dalam potensi mereka untuk pertumbuhan dan perkembangan normal. Anak *stunting* lebih rentan terhadap penyakit daripada anak-anak normal (Lachance, P. A. 1995). Hal ini dapat disebabkan oleh rendahnya daya tahan tubuh anak *stunting* daripada anak normal.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa proporsi kejadian *stunting* pada balita lebih banyak ditemukan pada asupan energi kurang dibandingkan balita dengan asupan energi cukup. Kedua proporsi berbeda nyata secara statistik. Balita yang mempunyai asupan energi kurang, memiliki risiko menjadi *stunting* sebesar 1.2 kali dibanding balita yang mempunyai asupan energi cukup.

Kegagalan pertumbuhan (*stunting*) dihasilkan dari kurangnya asupan gizi merupakan faktor risiko yang paling besar dalam menentukan perkembangan anak (Wachs, 2008). Kekurangan gizi mempengaruhi sejumlah besar anak-anak di negara berkembang. Kekurangan gizi akibat dari berbagai faktor, sering terkait buruknya kualitas makanan, asupan makanan tidak

cukup, dan penyakit infeksi (El Sayed *et al*, 2001).

Berdasarkan penelitian Hautvast *et al* (1999) dengan sampel bayi umur 6-9 bulan dan anak usia 14-20 bulan menemukan bahwa asupan harian total energi tidak cukup dibandingkan dengan asupan harian yang direkomendasikan bagi bayi dan balita. Bayi dan balita yang *stunting* cenderung memiliki asupan energi rendah dibandingkan dengan yang tidak *stunting*. Asupan energi harian per kg berat badan tidak menunjukkan perbedaan antara *stunting* dan tidak *stunting* pada anak-anak.

Dengan tidak adanya gizi yang memadai, tubuh anak akan menghemat energi dengan membatasi kenaikan berat badan dan kemudian membatasi pertumbuhan linier. Studi *cross-sectional* dan longitudinal dari beberapa negara telah menemukan hubungan antara *stunting* dan kesehatan serta perkembangan anak, yang disebabkan oleh banyak faktor seperti kekurangan gizi dan infeksi. Konsekuensi yang terkait dengan *stunting* ini termasuk perubahan metabolisme, fungsi kekebalan, morbiditas, kematian, keterampilan motorik tertunda, nilai kognitif yang rendah, dan prestasi yang buruk dalam akademis (Darity, 2008).

Protein merupakan faktor utama dalam jaringan tubuh. Protein membangun, memelihara, dan memulihkan jaringan di tubuh, seperti otot dan organ. Saat anak tumbuh dan berkembang, protein adalah gizi yang sangat diperlukan untuk memberikan pertumbuhan yang optimal. Asupan protein harus terdiri sekitar 10% sampai 20% dari asupan energi harian (Sharlin & Edelstein, 2011).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa proporsi kejadian *stunting* pada balita lebih banyak ditemukan pada asupan protein kurang dibandingkan balita dengan asupan

protein cukup. Balita yang mempunyai asupan protein kurang, memiliki risiko menjadi *stunting* sebesar 1.2 kali dibanding balita yang mempunyai asupan protein cukup.

Peningkatan asupan energi protein diperlukan untuk bayi dan anak-anak *stunting* yang perlu tumbuh dalam rangka untuk mengejar ketinggalan. Kekurangan gizi selama tahun pertama kehidupan, baik hasil dari lingkungan atau maupun karena kondisi seperti malabsorpsi atau *cystic fibrosis*. Peningkatan kebutuhan protein untuk mengejar pertumbuhan secara proporsional lebih besar dari peningkatan energi dan tergantung pada usia dan kecepatan pertumbuhan (Lawson, 2005).

Variabel umur penelitian ini dikategorikan menjadi dua yaitu kelompok umur 12 – 36 bulan dan kelompok umur 37 – 59 bulan. Pengelompokan tersebut didasarkan pada masa kritis dalam proses pertumbuhan.

Hasil penelitian ini menunjukkan proporsi kejadian *stunting* pada balita lebih banyak ditemukan pada kelompok umur 12 – 36 bulan dibandingkan kelompok umur 37 – 59 bulan. Hal ini sesuai dengan penelitian Teshome *et al* (2009) proporsi *stunting* tertinggi ditemukan pada kelompok umur 13 – 24 bulan (51%) dan yang paling rendah pada kelompok umur 0 – 6 bulan (16.7%). *Stunting* merupakan sebuah proses kumulatif yang dimulai di dalam rahim dan terus sampai sekitar tiga tahun setelah kelahiran. Periode dua tahun pertama kehidupan sebagai masa yang paling kritis dalam proses pertumbuhan. Laju pertumbuhan pada tahun pertama kehidupan adalah lebih cepat dibandingkan pada usia lainnya. Antara kelahiran dan usia 1 tahun, panjang badan anak-anak rata-rata meningkat dengan 50%, menjadi tiga kali berat lahir mereka. Analisis statistik menunjukkan bahwa tidak

ada hubungan secara statistik antara umur balita dengan *stunting* ($p > 0.05$).

Hasil penelitian ini menunjukkan proporsi kejadian *stunting* pada balita lebih banyak ditemukan pada jenis kelamin perempuan dibandingkan balita dengan jenis kelamin laki-laki. Terdapat hubungan yang bermakna secara statistik antara jenis kelamin dengan *stunting*. Balita dengan jenis kelamin perempuan, memiliki risiko menjadi *stunting* sebesar 1.7 kali dibanding balita dengan jenis kelamin laki-laki. Balita laki-laki lebih cenderung menjadi terhambat pertumbuhannya pada tahun pertama, sedangkan perempuan lebih mungkin untuk menjadi terhambat pada tahun kedua kehidupan (Adair & Guilkey, 1997).

Hasil studi longitudinal yang dilakukan oleh Crookston *et al* (2010) yang diikuti dari umur 6 – 18 bulan sampai 4.5 – 6 tahun menemukan bahwa jenis kelamin berhubungan secara signifikan dengan *stunting*. Hasil studi longitudinal yang dilakukan oleh Bosch *et al* (2008) di Matlab, Bangladesh dengan 707 anak usia bawah lima tahun (387 anak laki-laki dan 320 anak perempuan) hingga berumur 12 – 13 tahun menemukan kemungkinan terjadinya *stunting* pada masa remaja untuk anak perempuan adalah 0,4 kali kemungkinan untuk anak laki-laki. Hal ini berarti *stunting* pada masa remaja lebih berisiko pada anak laki-laki daripada anak perempuan.

Dalam penelitian ini juga terungkap bahwa anak perempuan lebih mungkin menjadi *stunting* dibandingkan anak laki-laki pada masa kecil, sedangkan anak laki-laki lebih mungkin menjadi *stunting* dibandingkan perempuan pada masa remaja. Perbedaan antara laki-laki dan perempuan mungkin berkaitan dengan efek gabungan dari perbedaan waktu percepatan pertumbuhan dan mungkin perbedaan dalam mengejar potensi dalam konteks kekurangan

gizi. Anak perempuan memasuki masa puber lebih awal dari anak laki-laki, pertumbuhan mereka berhenti setidaknya dua tahun sebelum anak laki-laki, dan dua tahun juga mewakili perbedaan di puncak tinggi kecepatan antara kedua jenis kelamin (Bosch *et al*, 2008). Hal berbeda dikemukakan oleh penelitian yang dilakukan oleh El Sayed *et al* (2001) dan Hong & Mishra (2009) menyebutkan bahwa jenis kelamin tidak berhubungan secara signifikan dengan *stunting* pada balita.

Pendidikan ibu merupakan faktor yang sangat penting. Tinggi rendahnya tingkat pendidikan ibu erat kaitannya dengan tingkat pengetahuan terhadap perawatan kesehatan, proses kehamilan dan pasca persalinan, serta kesadaran terhadap kesehatan dan gizi anak-anak dan keluarganya. Tingkat pendidikan turut pula menentukan mudah tidaknya seseorang menyerap dan memahami pengetahuan gizi yang mereka peroleh. Pendidikan diperlukan agar seseorang lebih tanggap terhadap adanya masalah gizi didalam keluarga dan bisa mengambil tindakan secepatnya (Suhardjo, 2003).

Hasil analisis menunjukkan proporsi kejadian *stunting* pada balita lebih banyak ditemukan pada pendidikan ibu rendah dibandingkan pada pendidikan ibu tinggi. Balita yang mempunyai pendidikan ibu rendah, memiliki risiko menjadi *stunting* sebesar 1.4 kali dibanding balita yang mempunyai pendidikan ibu tinggi.

Studi yang dilakukan di negara berkembang juga mengidentifikasi tingkat pendidikan ibu berhubungan dengan pertumbuhan fisik dari anak. Salah satu jalur potensial melibatkan hubungan antara pendidikan ibu meningkat dan masukan yang lebih besar oleh ibu tentang keputusan alokasi sumber daya keluarga (Becker, Fonseca Becker, & Yglesias, 2006) karena

ibu lebih cenderung untuk mengalokasikan sumber daya keluarga dalam cara-cara mempromosikan gizi anak mereka. Tingkat pendidikan dapat meningkatkan keputusan ibu membuat keputusan, yang meningkatkan gizi anak, kesehatan dan akhirnya pertumbuhan fisik mereka (Wachs, 2008).

Hasil analisis menunjukkan bahwa proporsi kejadian *stunting* pada balita lebih banyak ditemukan pada jumlah anggota rumah tangga > 4 orang dibandingkan balita dengan jumlah anggota rumah tangga ≤ 4 orang. Meskipun terdapat perbedaan proporsi, hasil analisis menunjukkan tidak ada hubungan bermakna antara jumlah anggota rumah tangga dengan kejadian *stunting* pada balita.

Hasil penelitian menunjukkan proporsi kejadian *stunting* pada balita lebih banyak ditemukan di wilayah pedesaan dibandingkan di wilayah perkotaan. Balita yang tempat tinggalnya di pedesaan, memiliki risiko menjadi *stunting* sebesar 1.3 kali dibanding balita yang tempat tinggalnya di perkotaan. *Stunting* biasanya paling menonjol di daerah pedesaan dan ini merupakan indikasi yang berkaitan dengan kondisi lingkungan (WHO, 2003).

Hasil studi longitudinal yang dilakukan oleh Crookston *et al* (2010) yang diikuti dari umur 6 – 18 bulan sampai 4.5 – 6 tahun menemukan bahwa wilayah tempat tinggal berhubungan secara signifikan dengan *stunting*. Begitu juga dengan Hong & Mishra (2009) menyebutkan bahwa wilayah tempat tinggal berhubungan secara signifikan dengan *stunting* pada balita. Bertolak belakang dengan penelitian El Sayed *et al* (2001) menyebutkan bahwa wilayah tempat tinggal tidak berhubungan secara signifikan dengan kejadian *stunting*.

Prevalensi *stunting* bervariasi di daerah pedesaan dan perkotaan. Anak-anak

kekurangan gizi kronis lebih banyak ditemukan di daerah pedesaan. Hal ini dapat disebabkan status gizi kesehatan masyarakat di pedesaan jauh lebih rendah daripada status gizi di perkotaan. Susahnya mendapatkan pelayanan kesehatan di daerah pedesaan dan status sosial ekonomi yang rendah merupakan faktor yang menyebabkan status gizi balita di perkotaan dan pedesaan menjadi berbeda.

Proporsi kejadian *stunting* pada balita lebih banyak ditemukan pada status ekonomi keluarga rendah dibandingkan balita dengan status ekonomi keluarga tinggi. Balita dengan status ekonomi keluarga rendah, memiliki risiko menjadi *stunting* sebesar 1.7 kali dibanding balita dengan status ekonomi keluarga tinggi.

Stunting biasanya tinggi di tempat-tempat terjadinya perbedaan status sosial. Ketidaksetaraan sosial ekonomi berkaitan dengan ketersediaan pangan, kualitas makanan, kebersihan, ketersediaan kecukupan pasokan air minum dan pencegahan dan pengobatan penyakit infeksi (Biondi, 2007).

Penelitian yang dilakukan oleh Hong & Mishra (2009) menyebutkan bahwa status ekonomi berhubungan secara signifikan dengan *stunting* pada balita. Pada penelitian status ekonomi dilihat dari perbedaan kuintil, yang dibagi kuintil 1 sampai kuintil 5. Prevalensi *stunting* menurun dengan meningkatnya status ekonomi rumah tangga. Prevalensi *stunting* biasanya terjadi pada 12 bulan pertama kehidupan (Hong, 2007).

4. KESIMPULAN DAN SARAN

1. Berdasarkan hasil analisis statistik dengan menggunakan uji *chi square* terhadap hubungan variabel independen dan *stunting* diperoleh hasil sebagai berikut: Terdapat hubungan yang signifikan proporsi *stunting* pada anak

usia 12-59 bulan berdasarkan berat lahir, asupan energi, asupan protein, jenis kelamin, pendidikan ibu, wilayah tempat tinggal dan status ekonomi keluarga

2. Variabel independen yang paling dominan berhubungan dengan *stunting* pada balita adalah berat lahir setelah dikontrol variabel jenis kelamin, wilayah tempat tinggal dan status ekonomi keluarga.

SARAN

1. Berat lahir sangat menentukan pertumbuhan dan perkembangan balita selanjutnya sehingga perlu adanya perbaikan kualitas gizi ibu dalam mempersiapkan kehamilan.
2. Perlu adanya perbaikan status gizi balita dengan peningkatan konsumsi energi dan protein untuk mengurangi resiko terjadinya *stunting* pada balita.
3. Tingkat pendidikan ibu berhubungan dengan kejadian *stunting* pada balita sehingga perlunya tingkat pendidikan dasar minimal 12 tahun untuk meningkatkan pengetahuan ibu sehingga meminimalisir terjadinya *stunting* pada balita.

5. DAFTAR PUSTAKA

- ACC/SCN & International Food Policy Research Institute (IFPRI). (2000). 4th Report on The World Nutrition Situation, Nutrition Throughout The Life Cycle.
- Adair, LS & Guilkey, DK. (1997). Age Specific Determinant Of Stunting In Filipino Children. Community and International Nutrition. The Journal of Nutrition.
- Black et al. (2008). Maternal And Child Undernutrition: Global And Regional Exposures And Health Consequences. The Lancet Series. www.thelancet.com
- Bosch A, B , Baqui, A. H. & Ginneken, J. K .(2008). Early-life Determinants of Stunted Adolescent Girls and Boys in Matlab, Bangladesh. International Centre For Diarrhoeal Disease Research, Bangladesh. 2: 189 – 199.
- Biondi, D. J. (2007). Nutrient Intake Adequacy and Child Stunting in Kabarole District, Western Uganda. Department of Public Health Sciences, University of Alberta. ProQuest Dissertations & Theses.
- Becker, S. Fonseca Becker, F & Yglesias, C. S. (2006). Husbands' And Wives' Reports Of Women's Decisionmaking Power In Western Guatemala And Their Effects On Preventive Health Behaviors. Social Science and Medicine. 62: 2313-2326
- Crookston, et al. (2010). Children Who Recover from Early Stunting and Children Who Are Not Stunted Demonstrate Similar Levels of Cognition. The Journal of Nutrition. ProQuest.140 (11): 1996
- Darity, W. A. (2008). Stunted Growth. International Encyclopedia of The Social Sciences, 2 nd Edition. 8: 187–89. Detroit Macmillan References USA.
- El Sayed, et al. (2001). Malnutrition among Pre school Children in Alexandria, Egypt. Journal Health Popular Nutrition. Centre for Health and Population Research. 4: 275-280.
- Gibson, R. S. (2005). Principles of Nutritional Assessment. Second Edition. Oxford University Press, Inc. New York.
- Hong, R. (2007). Effect Of Economic Inequality On Chronic Childhood

- Undernutrition In Ghana. *Public Health Nutrition*: 10(4), 371–378.
- Hong, R. & Mishra, V. (2009). Effect of Wealth Inequality on Chronic Undernutrition in Cambodian Children. *J Health Popul Nutr*, 24(1):89-99
- Hautvast et al. (1999). Food Consumption of young stunted and non stunted children in rural Zambia. *European Journal of Clinical Nutrition* 53, 50 – 59. Stockton Press.
- Kemendes, RI. (2010). Riset Kesehatan Dasar 2010. Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan, Kementerian Kesehatan RI.
- Lawson, M. (2005). *Encyclopedia of Human Nutrition (Nutritional Requirement)*. Caballero, B, Allen, L & Prentice, A (Ed). Elsevier Academic Press. 361.
- Lachance, P. A. (1995). Recommended Dietary Allowance For Growth, Development And Performance. *Asia Pacific J Clin Nutr (Suppl 1)*: 7-12.
- Manary, M. J. & Solomons, N. W. (2009). *Gizi Kesehatan Masyarakat, Gizi dan Perkembangan Anak*. Penerbit Buku Kedokteran EGC. Terjemahan *Public Health Nutrition*, Editor. Gibney, M.J, Margetts, B.M., Kearney, J.M. & Arab, L Blackwell Publishing Ltd, Oxford.
- Suhardjo. (2003). *Perencanaan Pangan dan Gizi*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Schanler, R. J. (2003). *The Low Birth Weight Infant. Nutrition In Pediatrics Basic Science And Clinical Applications*. Walker, W. A., Watkins, J. B & Duggan, C. (Ed). BC Decker Inc, Hamilton, London.
- UNSCN. (2008). *6th Report on The World Nutrition Situation, Progress In Nutrition*.
- Wachs, T. D. (2008). Mechanism Linking Parental Education and Stunting. *The Lancet* 371: 280. ProQuest
- World Health Organization. (2011). *World Health Statistic 2011*. Geneva.
- World Health Organization. (2003). *Feeding And Nutrition Of Infants And Young Children*. WHO Regional Publications, European Series, No. 87. p. 17.
- World Health Organization. (1997). *WHO Global Database on Child Growth and Malnutrition*. Geneva.

PANDUAN BAGI PENULIS JURNAL PHOTON

1. Artikel berupa hasil penelitian kepustakaan, penelitian lapangan, atau karya ilmiah lainnyayang 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.
3. Artikel disusun yang disusun dalam Bahasa Indonesia sesuai dengan Pedoman Ejaan BahasaIndonesia yang Disempurnakan (EYD).
4. Artikel diketik dengan menggunakan komputer dengan ukuran kertas kuarto 21,0 x 29, 7 cm, dengan ukuran huruf untuk judul 14, sedangkan isi artikel 12, spasi tulisan 1 dan jumlah maksimal halaman 15 halaman dan disertakan filenya dalam sebuah Compact Disk (CD) berikut juga daftar biografi penulis.
5. Sistematika Artikel Hasil Penelitian
 - Judul Artikel, Informatif, lengkap, atau tidak terlalu panjang atau terlalu pendek antara 5 s.d 15 kata
 - Penulis, tanpa mencantumkan gelar akademik, dianjurkan mencantumkan alamat-e-mail untuk mempermudah komunikasi.
 - Abstrak dalam bahasa Inggris/Indonesia dalam satu alenia, maksimal 100 kata
 - Kata kunci, maksimal 5 buah kata tunggal
 - Pendahuluan, berisi latar belakang, sedikittinjauan 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 5s.d 15kata
 - Penulis, tanpa mencantumkan gelar akademik, dianjurkan mencantumkan alamat e-mail untuk rmempermudah komunikasi.
 - Abstrak dalam bahasa Inggris/Indonesia dalam satu alenia, maksimal 100 kata
 - Kata kunci, maksimal 5 buah kata tunggal
 - Pendahuluan, berisi latar belakang dan tujuan atau ruang lingkup tulisan.
 - Sub Judul (sesuai kebutuhan)
 - Kesimpulan
 - Rujukan, hanya memuat sumber-sumber yang dirujuk. Rujukan disusun dengan tata cara seperti contoh berikut ini dan diurutkan secara alfabet dan kronologis.

Rujukan dan Buku:
Einstein, A. 1938. The evolution of physics. London. Cambridge University Press.

Rujukan dan Jurnal/Majalah:
Pangaribuan, T. 1992. Perkembangan kompetensi kewacanaan pembelajaran bahasa inggris di LPTK. Disertasi tidak diterbitkan. Program Pascasarjana IKIP Malang, Malang.

Rujukan berupa makalah yang disajikan dalam Seminar, Penataran dan Lokakarya:
Huda, N. 1991. Penulisan taporan penelitian untukjurnal. Makalah disajikan dalam LokaryaPenelitian Tingkat Dasar bagi Dosen PTN dan PTS di Malang Angkatan XIV, Pusat Penelitian IKIP Malang, Malang, 12 Juli
7. Penyajian tabel, gambar, dan ilustrasi lain dicetak dalam satu halaman, Nomor dan judul tabel dicetak di atas tabel dengan huruf besar kecil, tebal, isi tabel, gambar dan ilustrasi lain dicetak dengan huruf normal (tidak tebal).
8. Kepastian pemuatan atau penolakan artikel akan diberitahukan secara tertulis. Penulis yangartikelnya dimuat akan mendapat imbalan berupa bukti pemuatan sebanyak 2 (dua) eksemplar. Artikel yang tidak dimuat tidak akan dikembalikan, kecuali atas permintaan penulis.
9. Dewan Redaksi tidak bertanggungjawab atas isi dan artikel yang dimuat dan tanggung jawab sepenuhnya dilimpahkan kepada penulis yang bersangkutan.

