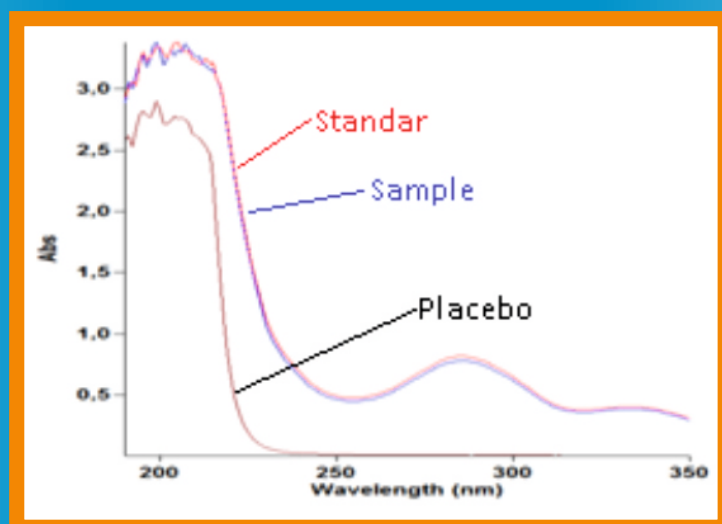


# SAINS NATURAL

JURNAL ILMIAH ILMU-ILMU BIOLOGI DAN KIMIA



Sabun Mandi Cair



Spektrum Asam Mefenamat

# SAINS NATURAL

Jurnal Ilmiah Ilmu – ilmu Biologi dan Kimia  
Volume 6 No. 1 Januari 2016

**Pelindung :**

Barijadi Prawirosastro

**Penasehat :**

Yunus Arifin, Ombo Satjadripradja

**Penanggung Jawab :**

RTM Sutamihardja

**DEWAN REDAKSI**

**Ketua :**

Supriyono Eko Wardoyo

**Wakil Ketua :**

Ridha Arizal

**Anggota :**

RTM Sutamihardja, Ridha Arizal, Adi Santoso, Oo Suprijana, Rudhy Gustiano,  
Yoki Yuzar, Utut Widyastuti, Djadjat Tisnadjaja, Lilis Sugiarti

**Redaksi Pelaksana :**

Mamay Maslahat, Nia Yuliani, Srikandi, Mia Azizah, Dian Arrisujaya, Devy Susanty

**Bendahara (Distribusi/Pemasaran) :**

Mia Azizah

**Tenaga Administratif :**

Nurlela, Roby Alfian

**Desain Cover :**

Dian Arrisujaya

**Penanggungjawab Website :**

Dian Arrisujaya, Roby Alfian

**Penerbit :**

Himpunan Biologi Indonesia dan Fakultas MIPA Universitas Nusa Bangsa

**Kantor :**

Kampus Universitas Nusa Bangsa

Jl. Raya K. H. Sholeh Iskandar Km. 4, Cimanggu, Tanah Sareal Bogor 16166

Telp. (0251) 8340217, 7535605 Fax. (0251) 7535605

Website : [jsainsnatural.unb@gmail.com](mailto:jsainsnatural.unb@gmail.com)

Jurnal Sains Natural merupakan jurnal ilmiah yang memuat artikel hasil penelitian dan kupasan (*review*) dalam bidang Biologi dan Kimia yang orsinil dan belum serta tidak dipublikasikan dalam media lain. Naskah dikirim ke kantor editor. Naskah yang masuk akan melalui proses seleksi mitra bestari dan editor. Naskah yang dapat dimuat dengan perbaikan akan dikirimkan kembali ke penulis untuk disempurnakan, sedangkan naskah yang tidak dapat dimuat hanya akan dikembalikan jika disertai amplop balasan yang berperangko secukupnya. Informasi lengkap untuk pemuatan artikel dan petunjuk penulisan tersedia disetiap terbitan. Calon penulis artikel yang memerlukan petunjuk penulisan artikel, dapat menghubungi Redaksi Pelaksana Jurnal Sains Natural. Jurnal ini terbit secara berkala sebanyak dua kali dalam setahun (Januari dan Juli). Harga eceran Jurnal adalah Rp50.000,-/ nomor atau berlangganan Rp 75.000,- /tahun untuk 2 nomor (uang berlangganan dibayar di muka).

Journal of Natural Science is a scientific journal containing research articles and analysis (*review*) in the field of Biology and Chemistry of original and yet also not published in other media. The manuscript is sent to the office of the editor. Manuscript received will be through the selected partner process and editor. Scripts that can be loaded with the repair will be sent back to the author to be refined, while the script which can not be loaded will be returned only if accompanied by a stamped reply envelope. Complete information and instructions for loading article writing is available in every issue.

Mengutip ringkasan dan pernyataan atau mencetak ulang gambar atau tabel dari jurnal ini harus mendapat ijin dari penulis. Produksi ulang dalam bentuk kumpulan cetakan ulang untuk keperluan apapun harus seijin salah satu penulis dan mendapat lisensi dari penerbit. Jurnal ini diedarkan sebagai tukaran dan untuk perguruan tinggi, lembaga penelitian dan perpustakaan di dalam dan luar negeri.

Citing a summary and a statement or reprint pictures or tables from this journal should get permission from the author. Reproduced in the form of a collection of reprint for any purpose permission must be from one of the authors and get a license from the publisher. The journal is distributed as an exchange and for universities, research institutions and libraries at home and abroad.

## KATA PENGANTAR

Penerbitan Jurnal Sains Natural Volume 6 No.1, Bulan Januari 2016 dapat terlaksana berkat kerja sama semua pihak. Kami berharap isi dalam Jurnal Sains Natural ini dapat menarik minat pembaca dan diambil manfaat serta kegunaan dari hasil – hasil penelitian di dalamnya.

Pada terbitan ini membahas aspek – aspek Biologi dan Kimia diantaranya , Penetapan Kadar Asam Mefenamat dalam Ponsamic 500 mg, Sabun Mandi Cair dari Surfaktan *Sodium Laureth Sulfate (SLES)*, Laju Korosi pada Material *Steel Plate Coldcoil (SPCC)* yang Dilapisi Cat dengan Resin, Produksi Gas Hidrogen ( $H_2$ ) dengan Substrat Limbah Biodiesel oleh Mutan Ganda *Enterobacter aerogenes AD-H43* di *Batch Stirred Tank Reactor (BSTR)*, Antibakteri Infusa Daun Lidah Buaya (*Aloe vera L*) terhadap Pertumbuhan *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*.

Kami mengharapkan masukan – masukan berupa kritik maupun saran yang membangun yang ditujukan baik pada pengelola maupun para penulis jurnal ini. Kepada semua pihak yang telah terlibat dalam penerbitan ini, pengelola mohon maaf jika ada kesalahan – kesalahanyang tidak kami sengaja. Kami ucapkan terima kasih terutama pada mitra bestari atas segala bantuannya sehingga terbitnya Jurnal Ilmiah Sains Natural yang kami anggap kualitasnya sudah lebih baik dari Jurnal terdahulunya siap untuk diakreditasi DIKTI.

Bogor, Januari 2016

Ketua Dewan Redaksi

# Sains Natural

Jurnal Ilmiah Ilmu – ilmu Biologi dan Kimia

Volume 6	Januari 2016	Nomor 1
1. Alternatif Metode Analisis Penetapan Kadar Asam Mefenamat dalam Ponsamic 500 mg Tablet Salut Selaput <i>Syahruni, Dian Arrisujaya</i> .....		01-09
2. Pengujian Parameter Fisik Sabun Mandi Cair dari Surfaktan <i>Sodium Laureth Sulfate (SLES)</i> <i>Devita Cahyaningsih, Nina Ariesta, Rizki Amelia</i> .....		10-15
3. Perbandingan Laju Korosi pada Material <i>Steel Plate Coldcoil (SPCC)</i> yang Dilapisi Cat dengan Resin yang Berbeda <i>Winda Yulliyanti, Devy Susanty, Wahyono</i> .....		16-20
4. Peningkatan Kapasitas Produksi Gas Hidrogen ( $H_2$ ) dengan Substrat Limbah Biodiesel oleh Mutan Ganda <i>Enterobacter aerogenes AD-H43</i> di <i>Batch Stirred Tank Reactor (BSTR)</i> <i>Iwan Hidayat, Mahyudin AR, Srikandi</i> .....		21-32
5. Aktivitas Antibakteri Infusa Daun Lidah Buaya ( <i>Aloe vera L</i> ) terhadap Pertumbuhan <i>Staphylococcus aureus</i> dan <i>Escherichia coli</i> <i>Yuni Widyastuti, Nia Yuliani, I Gusti Ayu Manik W</i> .....		33-43

# ALTERNATIF METODE ANALISIS PENETAPAN KADAR ASAM MEFENAMAT DALAM PONSAMIC 500 mg TABLET SALUT SELAPUT

Syahrani<sup>1)</sup>, Dian Arrisujaya<sup>2)\*</sup>

<sup>1)</sup> PT. Guardan Pharmatama

Jl. Pahlawan No. 25, Karang Asem Timur, Citeureup, Bogor 16810

<sup>2)</sup> Program Studi Kimia FMIPA Universitas Nusa Bangsa Bogor

Jl. K.H. Soleh Iskandar Km. 4, Tanah Sareal, Bogor 16166

\*e-mail: d1anarrisujaya@gmail.com

## ABSTRACT

### *Alternative of analytical methods of assay mefenamic acid in posamic 500 mg film coated tablet*

*The level of active substance is a requirement that must be met to ensure the quality of medicinal preparations, to carry out the assay of the active drug substance required a method that has been validated. The validity of alternative methods of assay in ponsamic mefenamic acid 500 mg film coated tablet (trade name) has been performed. Mefenamic acid assay method using UV spectrophotometry, so that the limited availability of tools that can be resolved HPLC. The validity of alternative methods tested by the parameters of accuracy with standard addition method and parameters accuracy. Based on the results obtained by the value of the linearity was  $r$  equal to 0,999 and the percentage difference spectrophotometric method with HPLC method (% difference) at 0,16%. The results showed an alternative method of assay in ponsamic mefenamic acid 500 mg film coated tablet (trade name) using spectrophotometric methods, qualified acceptance in accordance with ISO / IEC 17025.*

*Keywords: Mefenamic acid, validation method, UV spectrophotometry*

## ABSTRAK

Pemeriksaan kadar zat aktif merupakan persyaratan yang harus dipenuhi untuk menjamin kualitas sediaan obat, untuk melakukan penetapan kadar zat aktif obat dibutuhkan suatu metode yang telah divalidasi. Validitas metode alternatif penetapan kadar asam mefenamat dalam ponsamic 500 mg tablet salut selaput (nama dagang) telah dilakukan. Metode penentuan kadar asam mefenamat menggunakan spektrofotometri UV, sehingga ketersediaan alat HPLC yang terbatas dapat teratasi. Validitas metode alternatif diuji berdasarkan parameter akurasi dengan metode penambahan baku dan parameter ketelitian. Berdasarkan hasil diperoleh nilai linearitas adalah  $r$  sebesar 0,999 dan persentase perbedaan metode spektrofotometri dengan metode HPLC (% *Difference*) sebesar 0,16%. Hasil penelitian menunjukkan metode alternatif penetapan kadar asam mefenamat dalam ponsamic 500 mg tablet salut selaput (nama dagang) menggunakan metode spektrofotometri, memenuhi syarat untuk diterima sesuai ISO/IEC 17025.

Kata kunci : Asam mefenamat, Validasi metode, Spektrofotometri UV

## PENDAHULUAN

Industri merupakan komponen yang dapat memberikan kontribusi terhadap kesejahteraan masyarakat. Industri yang berkembang di Indonesia bermacam-macam, mulai dari industri berskala rumah tangga hingga industri berskala besar, salah satunya adalah industri farmasi. Kehadiran industri farmasi di Indonesia bertujuan untuk menjamin ketersediaan dan keterjangkauan obat yang aman, berkhasiat dan bermutu bagi masyarakat dengan jumlah dan jenis yang dibutuhkan.

Menurut Sitorus *et al.* (2001), obat adalah tiap bahan atau campuran bahan yang dibuat, ditawarkan untuk dijual atau disajikan untuk digunakan pengobatan, peredaan, pencegahan atau diagnosa suatu penyakit, kelainan fisik atau gejala-gejalanya pada manusia atau hewan. Obat terbagi dalam 3 jenis yaitu obat generik, obat esensial, obat tradisional.

Asam mefenamat merupakan derivat asam antranilat dan termasuk ke dalam golongan obat anti inflamasi nonsteroid (AINS). Dalam pengobatan, asam mefenamat digunakan untuk meredakan nyeri

dan rematik. Obat ini cukup toksik terutama untuk anak-anak dan janin, oleh karena itu asam mefenamat tidak boleh dipakai selama lebih dari 1 minggu dan sebaiknya jangan digunakan untuk anak-anak yang usianya di bawah 14 tahun (Munaf, 1994).

Validasi metode analisis adalah suatu tindakan penilaian terhadap parameter tertentu, berdasarkan percobaan laboratorium untuk membuktikan bahwa parameter tersebut memenuhi persyaratan untuk penggunaannya (Tetrasari, 2003). Menurut USP (*United States of Pharmacopeia*), Parameter validasi metode analisis meliputi selektifitas dan spesifisitas, akurasi, presisi, batas deteksi, batas kuantisasi, linearitas, *ruggedness* dan *robustness*, sedangkan menurut ICH (*International Conference on Harmonization*), parameter validasi metode analisis meliputi presisi, akurasi, batas deteksi, batas kuantisasi, spesifisitas, linearitas, *ruggedness*, *robustness* dan kesesuaian sistem. Pemilihan parameter yang akan diuji tergantung dari jenis dan metode pengujian yang akan divalidasi (Chan, 2004).

Persyaratan kadar asam mefenamat menurut Dirjen POM (1995) dalam buku Farmakope Indonesia edisi IV, yaitu tidak kurang dari 90% dan tidak lebih dari 110%. Untuk melakukan penetapan kadar obat dalam suatu sediaan dibutuhkan suatu metode yang teliti dan akurat. Pemilihan metode analisis mengacu pada monografi-monografi yang ada pada kompedia resmi seperti *United States Pharmacopoeia* (USP), *British Pharmacopoeia* (BP), Farmakope Indonesia (FI), dan lain-lain.

## BAHAN DAN METODE

### Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan adalah larutan NaOH 0,1 N dan ponsamic 500 mg tablet salut selaput.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah spektrofotometer UV-VIS Carry 60 Agilent, shaker, pipet volumetrik, labu ukur, corong, timbangan dan lumpang.

## Metode

### 1. Persiapan Larutan Pembeding

Asam mefenamat baku pembeding sebanyak 100 mg dimasukkan ke dalam labu ukur 100,0 mL, ditambahkan ke dalamnya lebih kurang 70 ml NaOH 0,1 N, dikocok dengan shaker selama 1 jam, kemudian diencerkan dengan NaOH 0,1 N hingga tanda batas, lalu dihomogenkan. Sebanyak 2,0 mL larutan tersebut dimasukkan ke dalam labu ukur 100,0 mL, kemudian diencerkan dengan NaOH 0,1 N hingga tanda batas, dikocok hingga homogen.

### 2. Persiapan Larutan Sampel

Sebanyak 20 tablet ponsamic 500 mg tablet salut selaput ditimbang dan digerus hingga halus, lalu 130,00 mg serbuk halus dimasukkan ke dalam labu ukur 100,0 mL, ditambahkan lebih kurang 70 mL NaOH 0,1 N, dikocok dengan shaker selama 1 jam, kemudian diencerkan dengan NaOH 0,1 N hingga tanda batas, dikocok hingga homogen. Larutan tersebut disaring dengan kertas saring biasa, 10 mL filtrat pertama dibuang, 2,0 mL larutan dimasukkan ke dalam labu ukur 100,0 mL, diencerkan dengan NaOH 0,1 N hingga tanda batas, lalu dihomogenkan.

### 3. Persiapan Larutan Placebo

Sebanyak 30,00 mg placebo ponsamic 500 mg tablet salut selaput dimasukkan ke dalam labu ukur 100,0 mL, kemudian ditambahkan lebih kurang 70 mL NaOH 0,1 N, dikocok dengan shaker selama 1 jam, kemudian diencerkan dengan NaOH 0,1 N hingga tanda batas, dikocok hingga homogen, larutan disaring dengan kertas saring biasa, 10 mL filtrat pertama dibuang, 2,0 mL larutan dimasukkan ke dalam labu ukur 100,0 mL, lalu diencerkan dengan NaOH 0,1 N hingga tanda batas, lalu dihomogenkan.

### 4. Pengukuran

#### a) Identifikasi

Larutan sampel dan standar spektrumnya diukur ke dalam sistem yang telah ditentukan, kemudian

spektrumnya direkam (Identifikasi dikatakan positif bila bentuk spektrum dan panjang gelombang maksimum larutan sampel sesuai atau identik dengan yang dihasilkan pada spektrum larutan standar).

b) Penetapan Kadar

Larutan standar dan larutan sampel diukur absorbansinya pada panjang gelombang maksimal ( $286 \pm 2$  nm), lalu kadarnya dihitung.

**5. Perhitungan ( % )**

$$\text{Kadar Mefenamic Acid (\%)} = \frac{\text{Au} \times \text{Ws} \times 2 \times 100 \times 100 \times \text{Wa} \times \text{P}}{\text{As} \times 100 \times 100 \times \text{Wu} \times 2 \times \text{Za}}$$

Keterangan :

Au : Absorbansi larutan sampel

As : Absorbansi larutan baku pembandingan

Ws : Bobot baku pembandingan (mg)

Wu : Bobot contoh (mg)

Wa : Bobot rata-rata tablet (mg)

Za :Kandungan zat aktif dalam sediaan

P : Kadar baku pembandingan (%)

**6. Persiapan Larutan Validasi**

a) Larutan sampel

Larutan sampel dari ponsamic 500 mg tablet salut selaput dengan konsentrasi 100% dikerjakan sesuai dengan prosedur analisis penetapan kadar asam mefenamat dalam ponsamic 500 mg tablet salut selaput secara spektrofotometri.

b) Larutan Standar

Larutan standar dengan konsentrasi 100% dikerjakan sesuai prosedur analisis penetapan kadar asam mefenamat dalam ponsamic 500 mg tablet salut selaput secara spektrofotometri.

c) Larutan Placebo

Larutan placebo dari ponsamic 500 mg dibuat sesuai dengan prosedur analisis penetapan kadar asam mefenamat dalam ponsamic 500 mg tablet salut selaput secara spektrofotometri.

**7. Selektifitas dan Spesifisitas**

a) Identifikasi

Absorbansi larutan standar dan larutan sampel konsentrasi 100% diukur sebanyak 3 kali ke dalam sistem yang

telah ditentukan, kemudian spektrum larutan sampel dan spektrum larutan standar diukur (Identifikasi dikatakan positif bila bentuk spektrum dan panjang gelombang utama sesuai atau identik dengan yang dihasilkan pada spektrum larutan standar).

b) Selektifitas

Absorbansi larutan standar, larutan sampel dan placebo di ukur kemudian spektrumnya di rekam

Kriteria penerimaan :

Larutan placebo tidak boleh memberikan respon pada panjang gelombang maksimal yang bersamaan dengan panjang gelombang maksimal dari zat aktif.

c) Spesifisitas

Larutan standar dan larutan sampel dipersiapkan sesuai dengan prosedur analisis penetapan kadar asam mefenamat dalam ponsamic 500 mg tablet salut selaput secara spektrofotometri, kemudian dilakukan "Stressed test" sebagai berikut :

Pada larutan standar, sampel dan placebo;

1) Dipaparkan cahaya matahari langsung selama 1 jam.

2) Dipanaskan diatas water bath suhu 60°C, selama 1 jam.

Absorbansi larutan yang telah dilakukan "stressed test" diukur pada sistem spektrofotometer dan diamati gambar spektrum dan panjang gelombangnya.

Kriteria penerimaan :

Spektrum larutan sampel memberikan karakteristik yang sama dengan spektrum larutan standar.

**8. Akurasi**

a) Prosedur perlakuan Sampel akurasi

Sejumlah asam mefenamat standar yang ditimbang seksama, ditambahkan ke dalam campuran placebo, untuk konsentrasi 80%, 100% dan 120%, masing-masing 3 kali penimbangan (di buat sesuai dengan prosedur analisis penetapan kadar asam mefenamat dalam ponsamic 500 mg tablet salut selaput secara spektrofotometri).

- b) Perhitungan Uji Akurasi  
Akurasi dinyatakan sebagai persen perolehan kembali (% *recovery*) yaitu

$$\% \text{ Recovery} = \frac{\text{Konsentrasi hasil analisa}}{\text{Konsentrasi teoritis}} \times 100 \%$$

Kriteria penerimaan :  
Perolehan kembali (*Recovery*): 98,0 – 102,0 %

## 9. Presisi

- a) Rিপিতাৰিতাৰ Metode  
Sebanyak 20 tablet ponsamic 500 mg diambil, ditimbang bobot tablet dan dihaluskan. Larutan sampel disiapkan dengan konsentrasi 100%, sesuai prosedur analisis penetapan kadar asam mefenamat dalam ponsamic 500 mg tablet salut selaput secara spektrofotometri dengan 6 kali penimbangan. Larutan tersebut kemudian diukur absorbansinya ke dalam sistem spektrofotometer.

- b) Presisi Antara  
Hasil pengukuran 6 kali larutan sampel dengan 2 analisis berbeda dibandingkan, lalu di hitung simpangan baku relatif (SBR) hasil dari kedua analisis tersebut.  
Kriteria penerimaan :  
Ripitabilitas Metode, SBR :  $\leq 2,0$  %  
dengan kadar : 90 – 110 %.  
Presisi Antara, SBR :  $\leq 2,0$  %.

## 10. Linieritas dan rentang

Larutan standar dibuat seri dengan konsentrasi 80%, 90%, 100%, 110% dan 120%. Setiap konsentrasi masing-masing absorbansi diukur 3 kali ke dalam sistem spektrofotometer.

Kriteria penerimaan :  
 $r^2 \geq 0,98$

## 11. Robustness dan Ruggedness

- a) *Robustness* (Stabilitas)  
Larutan standar dan larutan sampel konsentrasi 100% disimpan pada suhu ruang, kemudian diukur pada jam ke-0, ke-3 dan ke-6 dengan menggunakan

perhitungan kadar terhadap larutan standar segar (fresh standard).

Kriteria penerimaan :

SBR : Perbedaan kadar jam 0 dengan jam berikutnya :  $\leq 2,0$  %

- b) *Ruggedness* (Ketegaran)

Larutan standar dan larutan sampel di periksa dengan variasi panjang gelombang  $\pm 2,0$  nm yang tertera pada metode analisis. Respon dari Spektrum diamati dan dibandingkan dengan hasil pemeriksaan sebelumnya.

Kriteria penerimaan :

SBR  $\leq 2,0$  %

## HASIL DAN PEMBAHASAN

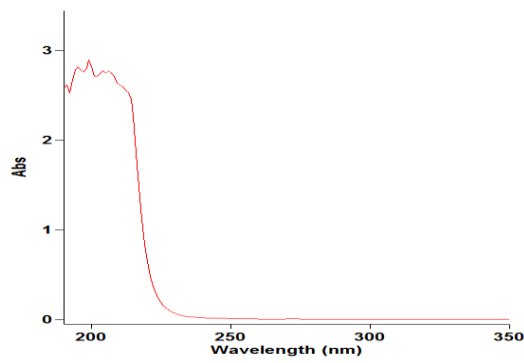
Validasi dilakukan terhadap metode alternatif penetapan kadar asam mefenamat dalam ponsamic 500 mg tablet salut selaput.

### A. Selektifitas dan Spesifisitas

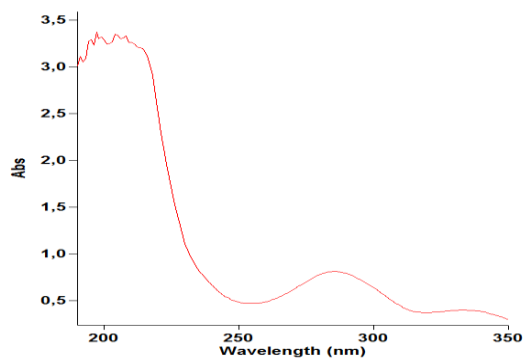
Selektifitas dan spesifisitas suatu metode dilakukan untuk mengetahui kemampuan suatu metode yang hanya mengukur zat tertentu secara cermat dan seksama dengan adanya komponen lain yang mungkin ada dalam matriks sampel (Hairani, 2007). Pengukuran Larutan standar dan larutan sampel konsentrasi 100 % yang diukur sebanyak 3 kali dengan membandingkan absorbansi dan spektrumnya pada panjang gelombang maksimum (286,00 nm).

Setelah dilakukan pengukuran terhadap larutan standar dan larutan sampel, diperoleh hasil bahwa zat tambahan tidak mengganggu absorbansi sampel. Bentuk spektrum larutan sampel identik dan memberikan karakteristik yang sama dengan bentuk spektrum pada larutan standar ( $\lambda$  286,00 nm) dan zat tambahan tidak mengganggu absorbansi sampel (Gambar 1, 2, 3, dan 4).

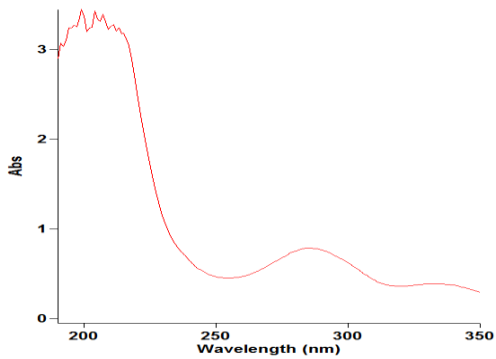
Dari data tersebut, dapat disimpulkan bahwa selektifitas memenuhi syarat, yaitu metode analisis mampu membedakan senyawa yang diuji dengan derivat/metabolitnya (Priambodo, 2014).



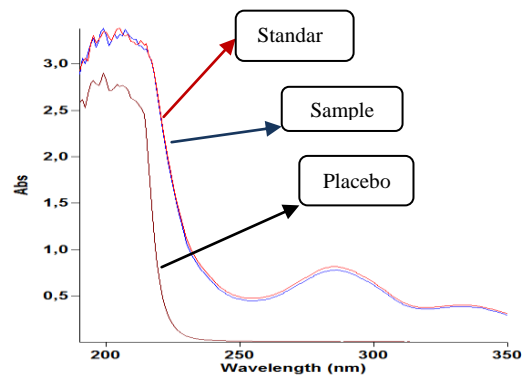
Gambar 1. Spektrum Placebo Ponsamic 500 mg Tablet Salut Selaput



Gambar 2. Spektrum Larutan Standar Pada Panjang Gelombang 286 nm



Gambar 3. Spektrum Larutan Sampel Pada Panjang Gelombang 286 nm



Gambar 4. Spektrum Larutan Standar, Sampel Dan Placebo  
Perlakuan : Normal terhadap placebo, standar dan sampel

## B. Akurasi

Akurasi dilakukan untuk mengetahui tingkat kedekatan hasil pengujian dengan metode yang sedang divalidasi terhadap nilai sebenarnya atau nilai yang dinyatakan benar (Harmita, 2004). Penentuan akurasi dilakukan dengan menggunakan 9 kali pengukuran dari 3 larutan dengan konsentrasi yang berbeda.

Nilai *recovery* yang mendekati 100% menunjukkan bahwa metode tersebut memiliki ketepatan yang baik dalam menunjukkan tingkat kesesuaian dari suatu pengukuran yang sebanding dengan nilai sebenarnya (Riyanto, 2014). Hasil yang diperoleh dapat dilihat, untuk sampel 80% menunjukkan bahwa rata-rata persen perolehan kembali yaitu 100,46 %, untuk sampel 100 % rata-rata persen perolehan kembali yaitu 99,97 %, untuk sampel 80% rata-rata persen perolehan kembali yaitu 98,77 %. Nilai persen perolehan kembali dari ketiga sampel ini menunjukkan tingkat akurasi yang memenuhi syarat keberterimaan, yaitu 98 – 102 % (Harmita, 2004).

## C. Presisi

Menurut Chan (2004), presisi adalah kedekatan antara seri pengukuran yang berasal dari banyak contoh (multi sample) atau kedekatan nilai satu sama lain. Uji presisi dilakukan dengan menghitung nilai rata-rata dan standar deviasi.

## 1. Rিপিতাৰিতাৰ Metode

Ripitabilitas metode dilakukan untuk menguji kemampuan metode dalam memberikan hasil analisis yang sama untuk beberapa sampel yang kadarnya sama (Hairani, 2007). Pengujian dilakukan pada 6 larutan sampel ponsamic 500 mg tablet salut selaput NB. 1608094.

Berdasarkan data pada Tabel 1, diperoleh nilai relatif standar deviasi (%RSD) sebesar 0,69 % (*mefenamic acid* 100%). Hasil ini menunjukkan bahwa metode uji yang digunakan pada penentuan kadar asam mefenamat dalam sampel ponsamic 500 mg tablet salut selaput dengan spektrofotometer memiliki ketelitian yang baik, karena memenuhi syarat nilai %RSD yang diterima.

## 2. Presisi Antara

Presisi antara merupakan bagian dari presisi yang dilakukan dengan cara mengulang pemeriksaan terhadap sampel uji dalam laboratorium dengan alat dan waktu yang sama, namun analisis yang berbeda (Hairani, 2007). Larutan standar asam mefenamat (100%) diukur serapannya pada spektrofotometer sebanyak 6 kali, dan dilakukan pengulangan oleh analisis yang berbeda.

Tabel 1. Hasil Analisis Sampel Larutan Ponsamic 500 mg Tablet Salut Selaput

No. Contoh	Bobot analit (mg)	Konsentrasi (mg/ml)	Absorbansi terdeteksi Panjang gelombang 286.00 nm	Kadar (%)
1	130,500	0,026100	0,8194	101,83
2	130,300	0,026060	0,8025	99,89
3	130,300	0,026060	0,8066	100,40
4	130,200	0,026040	0,8034	100,07
5	130,500	0,026100	0,8080	100,42
6	130,500	0,026100	0,8075	100,35
Rata-rata				100,49
SD				0,69
RSD				0,69

Persyaratan RSD untuk Prosedur penetapan kadar bahan aktif obat tidak lebih dari 2% (Priambodo, 2014). Berdasarkan data diperoleh nilai relatif standar deviasi (% RSD) sebesar 0,55 % dari pengukuran masing-masing 6 kali dari 2 analisis beda, Hasil ini menunjukkan bahwa metode uji yang digunakan pada penentuan kadar mefenamic acid dalam sampel ponsamic 500 mg tablet salut selaput dengan spektrofotometer UV-Vis memiliki ketelitian yang baik, karena memenuhi syarat nilai % RSD yang diterima.

**D. Linearitas**

Uji linearitas dilakukan untuk mengetahui kemampuan standar dalam mendeteksi analit dalam contoh. Pengujian linearitas ditentukan menggunakan 5 konsentrasi larutan standar dengan rentang konsentrasi 80% – 120%. Berdasarkan hasil pengukuran pada tabel 6, dibuat kurva linearitas yang ditunjukkan pada Gambar 5.

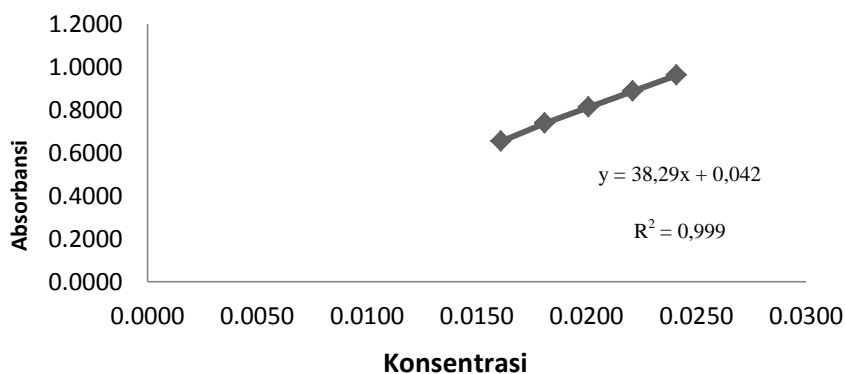
Gambar 5 menunjukkan kurva linearitas asam mefenamat yang dibuat dari 5 variasi konsentrasi larutan standar asam mefenamat dengan rentang 0,0161 mg/ml, 0,0181 mg/ml, 0,0201 mg/ml, 0,0221 mg/ml dan 0,0241 mg/ml yang diplotkan terhadap absorbansi rata-rata dari masing-masing 3 kali pengukuran yaitu 0,6524, 0,7387, 0,8124, 0,8874 dan 0,9629, diperoleh nilai R<sup>2</sup> sebesar 0,999. Nilai R<sup>2</sup> yang didapat pada linearitas metode

alternatif asam mefenamat ini sesuai dengan syarat keberterimaan yaitu nilai koefisien determinasi hasil uji linieritas adalah > 0,9970 (Chan, 2004). Oleh karena itu, uji linieritas untuk metode penentuan kadar mefenamic acid dalam ponsamic 500 mg tablet salut selaput menghasilkan korelasi yang linier sehingga memenuhi kriteria keberterimaan artinya kinerja metode yang digunakan untuk rentang konsentrasi yang diukur sangat baik.

**E. Robustness (Stabilitas)**

Robustness dilakukan untuk menguji kapasitas dari metode analisis untuk tetap tidak terpengaruh oleh variasi kecil yang sengaja dilakukan pada parameter pemeriksaan atau metode analisisnya. Dengan kata lain, robustness adalah bagaimana kehandalan suatu analisis terhadap variasi parameter metode (Hairani, 2007). Variasi dilakukan pada stabilitas larutan yaitu diukur pada jam ke-0, jam ke-3 dan jam ke-6 dengan menggunakan perhitungan kadar terhadap standar segar (fresh standard).

Hasil analisis menunjukkan sampel stabil selama 3 jam. Nilai standar deviasi relatif yang diperoleh pada uji stabilitas 0 jam ke-3 jam adalah 1,63%, yang berarti metode ini memiliki kestabilan yang baik terhadap variasi waktu yang diberikan karena memenuhi kriteria penerimaan yaitu <2% (Riyanto, 2014). RSD 0 jam ke-6 jam yaitu 2,17%, menunjukkan kestabilan sampel menurun.



Gambar 5. Linearitas Kadar Asam Mefenamat Dalam Ponsamic

#### F. *Ruggedness* (Ketegaran)

*Ruggedness* dilakukan untuk menguji tingkat kemampuan dari hasil uji yang di peroleh melalui analisis sampel yang berbeda dengan persamaan waktu (hari) analisis (Hairani, 2007). *Ruggedness* ditetapkan dengan analisis 6 sampel yang berbeda dengan menggunakan variasi panjang gelombang  $286,00 \pm 2,00$  nm yang tertera pada metode analisis .

Hasil pengujian nilai standar deviasi relatif yang diperoleh pada uji ketegaran ( $\lambda$   $286,00 \pm 2,0$  nm) adalah 1,72 %, yang berarti metode ini memiliki ketegaran yang baik terhadap variasi panjang gelombang yang diberikan karena memenuhi kriteria penerimaan yaitu  $<2\%$  (Riyanto, 2014), sehingga pengukuran dapat dilakukan pada panjang gelombang  $286,00 \pm 2,00$  nm.

#### G. Perbedaan Hasil Presisi Metode Alternatif dengan Metode Kompendial

Komparasi hasil presisi metode dilakukan dengan membandingkan 2 metode yaitu metode kompendial secara HPLC dan metode alternatif secara spektrofotometri. Metode kompendial secara HPLC mengacu ke prosedur tetap khusus metode analisis penetapan kadar asam mefenamat dalam ponsamic 500 mg tablet salut selaput secara HPLC No. QCCK02176-00 yang telah dilakukan verifikasi metode analisis dengan No. LVALMA/APPO.02/2012. Penetapan kadar asam mefenamat dalam ponsamic 500 mg tablet salut selaput dilakukan dengan membandingkan 2 metode, yaitu metode kompendial secara HPLC dan metode alternatif secara spektrofotometri.

Berdasarkan nilai signifikansi hasil output SPSS, jika nilai signifikansi  $< 0,05$  maka variabel bebas berpengaruh signifikan terhadap variabel terikat. Jika nilai signifikansi  $> 0,05$  maka variabel bebas tidak berpengaruh signifikan terhadap variabel terikat.  $H_0$  diterima jika nilai P ; uji  $t \geq 0,05$ .

Berdasarkan hasil presisi metode HPLC dan metode yaitu  $0,68 > 0,05$  (uji  $t > 0,05$ ), variabel bebas tidak berpengaruh signifikan terhadap variabel terikat, yang artinya kadar hasil spektro sama dengan HPLC dengan

pesentase perbedaan hasil kedua metode yaitu 0,16%.

### KESIMPULAN

Analisis asam mefenamat dalam ponsamic 500 mg tablet salut selaput dapat dianalisis menggunakan metode spektrofotometri. Hasil validasi metode analisis dari beberapa item validasi yang dilakukan telah memenuhi syarat sehingga metode ini dapat digunakan sebagai analisis alternatif dalam analisis mefenamic acid dalam ponsamic 500 mg tablet salut selaput.

### SARAN

Validasi metode uji asam mefenamat dalam ponsamic 500 mg tablet salut selaput secara spektrofotometri perlu dilanjutkan untuk beberapa item validasi yang belum bisa dilakukan supaya metode ini bisa tervalidasi secara sempurna.

### DAFTAR PUSTAKA

- Chan, C. C. 2004. *Analytical Method Validation and Instrumental Performant Verification*. Willey Intercine A. John Willy and Sons. Inc., Publication.
- Dirjen POM. 1995. *Farmakope Indonesia Edisi IV*. Departemen Kesehatan RI. Jakarta.
- Hairani D. 2007. *Pelatihan Sertifikasi Nasional Kompetensi Apoteker*. Jakarta.
- Harmita. 2004. Petunjuk Pelaksanaan Validasi Metoda dan Cara Perhitungan. *Majalah Ilmu Kefarmasian*. 1 (3): 117-135.
- [ICH] International Conference on Harmonization. 1995. *Validation of analytical procedures: Text and Methodology Q2(R1)*.
- Munaf, S. 1994. *Catatan Kuliah Farmakologi Bagian II*. Penerbit Buku Kedokteran EGC. Jakarta.

- Priyambodo, B. 2014. *Validasi Metode Analisa*. <https://priyambodo1971.wordpress.com/cpob/kualifikasi-dan-validasi-paradigma-baru/validasi-metode-analisa-vma/comment-page-1/>.diakses 20 Desember 2016
- Riyanto. 2014. *Validasi Dan Verifikasi Metode Uji Sesuai dengan ISO/IEC 17025*. Laboratorium Pengujian dan Kalibrasi. Yogyakarta.
- Sitorus. 2001. *Pedoman Cara Pembuatan Obat yang Baik*. Badan Pengawas Obat dan Makanan. Jakarta.
- Tetrasari. 2003. *Validasi Metode Analisis*. Pusat Pengkajian Obat dan Makanan BPPOM.

# **PENGUJIAN PARAMETER FISIK SABUN MANDI CAIR DARI SURFAKTAN *SODIUM LAURETH SULFATE (SLES)***

Devita Cahyaningsih<sup>1)</sup>, Nina Ariesta<sup>2)</sup>, Rizki Amelia<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>Kimia, FMIPA, Universitas Nusa Bangsa, Bogor, Indonesia

<sup>2)</sup>Kimia, FMIPA, Universitas Nusa Bangsa, Bogor, Indonesia

<sup>3)</sup>PT Gizi Indonesia, Jl. Veteran II, RT. 004 RW. 02 Teluk Pinang, Ciawi, Bogor, Indonesia

\*email : ariestanina14@gmail.com

## **ABSTRACT**

### ***PHYSICAL PROPERTIES OF LIQUID SHOWER SOAP CONTAINED OF SODIUM LAURETH SULFATE (SLES) SURFACTANT***

*Soap could be produced by saponification and neutralization process. It was contained of fatty acid, KOH, glycerin, and surfactan. The properties of surfactant determined physical properties of soap as the quality parameter of soap. The study was conducted to examine some of the physical parameters of liquid bath soap (stability test: color, aroma, viscosity, homogeneity, viscosity and pH) in accordance with applicable standards. The study was conducted using soap which was contained of SLES surfactants (Sodium Laureth Ether Sulfate). The results were pH 8.61 and viscosity 55254 cps on stability test include oven test, cycle test, room test, and sun test.*

*Keywords: liquid shower, Sodium Laureth Ether Sulfate, soap stability*

## **ABSTRAK**

Sabun yang merupakan salah satu kosmetik pembersih dapat dibuat melalui dua proses, yaitu saponifikasi dan netralisasi. Sabun tersusun dari berbagai bahan, seperti asam lemak, KOH, gliserin, dan surfaktan. Sifat surfaktan dalam sabun menentukan sifat fisik dari sabun yang dihasilkan dan sebagai salah satu faktor penentu mutu. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menguji beberapa parameter fisik sabun mandi cair (uji stabilitas: warna, aroma, kekentalan, homogenitas, viskositas dan pH) sesuai dengan standar yang berlaku, sehingga dapat dilanjutkan ke tahap pengujian berikutnya. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan surfaktan SLES (*Sodium Laureth Ether Sulfate*). Beberapa parameter fisik terukur adalah pH 8,61 dan viskositas 55254 cps pada pengujian stabilitas meliputi *oven test, cycle test, room test, dan sun test*.

Kata Kunci: sabun cair, *Sodium Laureth Ether Sulfate*, stabilitas sabun

## **PENDAHULUAN**

Sabun tersusun dari berbagai bahan, seperti asam lemak, KOH, gliserin, dan surfaktan. Menurut Cavitch (2001), setiap asam lemak memberikan sifat yang berbeda pada sabun yang dihasilkan. Sabun yang dihasilkan dari asam lemak dengan bobot molekul kecil akan lebih lunak daripada sabun yang dibuat dari asam lemak dengan bobot molekul besar. Surfaktan atau *surface active agents* atau *wetting agents* merupakan bahan organik yang berperan sebagai bahan aktif pada detergen, sabun, dan shampo. Surfaktan dapat menurunkan tegangan

permukaan sehingga memungkinkan partikel-partikel yang menempel pada bahan-bahan yang dicuci terlepas dan mengapung atau terlarut dalam air (Effendi, 2003). Sifat surfaktan dalam sabun menentukan sifat fisik dari sabun yang dihasilkan dan sebagai salah satu faktor penentu mutu. Penggunaan surfaktan dalam produk sabun cair dapat mempengaruhi mutu produk baik secara kegunaan atau fungsinya terhadap kulit maupun bentuk fisik produk tersebut (Sujianti, 2010). Untuk mengetahui mutu produk sabun cair berdasarkan sifat fisiknya dapat

dilakukan pengujian dengan beberapa parameter, diantaranya warna, bau, homogenitas, viskositas, dan pH serta kestabilannya melalui uji stabilitas. Kemudian hasil uji produk tersebut dibandingkan dengan standar atau acuannya.

Pengujian mutu terhadap sampel sabun cair ini sangat penting dilakukan karena hasil semua pengujian tersebut akan menentukan apakah produk tersebut dapat dibuat pada skala yang lebih besar. Jika hasil pengujian tersebut telah memenuhi standar, maka produk tersebut dapat dibuat pada skala produksi untuk dijual di pasaran. Ketidak sesuaian mutu produk dengan standar yang berlaku dapat berpotensi menimbulkan masalah dikemudian hari, oleh karena itu pengujian sampel produk harus dilakukan sebaik mungkin.

## BAHAN DAN METODE

### Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari sampel dimana formula F1, sabun mandi cair menggunakan asam lemak, gliserin, KOH, dan SLES (*Sodium Laureth Ether Sulfate*) sebagai surfaktan. Sampel F1 *simplo*.

### Alat

Alat yang digunakan adalah Viskometer *Brookfield*, *ultimix mixer homogenizer*, pH meter, *oven*, lemari pendingin dan termometer.

### Metode

#### 1. Evaluasi sampel meliputi:

##### a. Penampilan fisik

Masing-masing sampel dan standar diambil sedikit dari wadahnya, kemudian dituang diatas plat keramik berwarna dasar putih. Sampel diamati warnanya. Warna sampel harus sama dengan warna standar.

##### b. Aroma

Pengujian aroma khas produk dilakukan secara organoleptik. Masing-masing sampel dicium aromanya. Aroma sampel harus sama dengan aroma standar.

##### c. Homogenitas

Masing-masing sampel diambil sedikit dari wadahnya, kemudian dituang

di atas plat keramik berwarna dasar putih. Pengaduk panjang di letakkan di atas sampel lalu di tarik satu arah sehingga terbentuk lapisan tipis sampel. Homogenitasnya diamati dengan memastikan bahwa lapisan yang terbentuk rata dan tidak ada partikel-partikel yang terbentuk.

##### d. pH

Masing-masing sampel ditempatkan dalam wadah. Elektroda pH dicelupkan kedalam sampel lalu dicatat nilai pH setelah muncul tanda *ready* pada layar. Elektroda dibersihkan dengan alkohol 70% dan dibilas dengan aquadest terlebih dahulu sebelum dilanjutkan ke pengukuran sampel berikutnya.

##### e. Viskositas

Masing-masing sampel ditempatkan dalam piala gelas 200 mL. Kemudian diukur viskositasnya dengan alat viskometer *Brookfield* menggunakan *spindle* no.4 dan *speed* 3 rpm dicatat. Nilai viskositas serta akurasi atau % torsi (harus diatas 50%).

#### 2. Uji Stabilitas

##### a) Temperatur Ruang (*Room Test*)

Sampel disimpan pada temperatur ruang (23°C -32° C), selama 3 bulan dan diamati perubahan fisiknya dan pH diukur setiap bulan dengan kertas pH universal. Perubahan fisik yang diamati meliputi warna, bau, kekentalan, dan homogenitas

##### b) Temperatur Oven (*Oven Test*)

Sampel disimpan dalam oven pada temperatur 45°C, selama 3 bulan dan diamati perubahan fisiknya dan pH diukur setiap bulan dengan kertas pH universal. Perubahan fisik yang diamati meliputi warna, bau, kekentalan dan homogenitas

##### c) Paparan Sinar Matahari Langsung (*Sun Test*)

Sampel dipapar di bawah sinar matahari, selama 2 minggu. Efektivitas sinar matahari dicatat dengan mengukur temperatur pagi, siang dan sore (pukul 09.00 , pukul 12.00 , dan pukul 16.00) dan diamati perubahan fisiknya. Nilai pH diukur setiap bulan dengan kertas pH universal. Perubahan fisik yang diamati meliputi warna, bau, kekentalan dan

d) *Cycle Thaw Test*

Sampel disimpan dalam oven (temperatur 45°C) selama 24 jam, kemudian dipindahkan ke dalam freezer (temperatur -10°C) selama 24 jam (dapat disebut 1 siklus). Hal ini dilakukan selama 1 minggu. Diamati perubahan fisiknya pada setiap perpindahan.

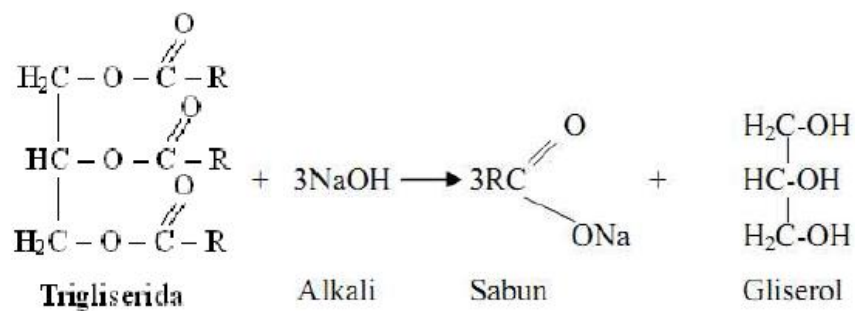
putih mengkilat (*putih pearly*), homogen, *smooth* dan aroma khas (*Parfume tercium*). Sabun dibuat melalui dua proses, yaitu saponifikasi dan netralisasi. Proses saponifikasi terjadi karena reaksi antara trigliserida dengan alkali, sedangkan proses netralisasi terjadi karena reaksi asam lemak bebas dengan alkali. Pada proses saponifikasi akan diperoleh produk samping yaitu gliserol, sedangkan proses netralisasi tidak menghasilkan gliserol (Spiess,1996). Proses saponifikasi terjadi pada suhu 80-100°C.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

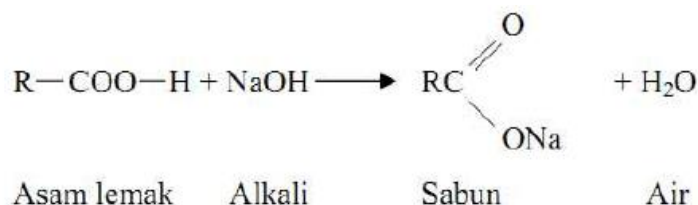
Sabun mandi cair sampel F1 yang dihasilkan memiliki karakteristik berwarna



Gambar 1. Sampel sabun mandi cair F1 (Sabun menggunakan surfaktan *Sodium Laureth Ether Sulfat* (SLES))



Gambar 1. Reaksi kimia pada proses saponifikasi



Gambar 2. Reaksi kimia pada proses netralisasi

Pengujian sabun dilakukan untuk untuk memastikan mutu sampel produk tersebut sesuai dengan standar yang berlaku, sehingga dapat dilanjutkan ke tahap pengujian berikutnya. Jika semua hasil pengujian telah memenuhi standar, maka proses pembuatan produk dapat dilakukan pada skala produksi. Pengujian yang dilakukan meliputi uji stabilitas produk dipercepat (*accelerated test*) produk seperti uji pemeriksaan fisik (bentuk, aroma dan warna), uji pH dan uji viskositas.

Warna awal sabun putih mengkilap berubah menjadi kekuningan pada oven test mulai minggu ke-3. Pada percobaan dengan paparan sinar matahari, perubahan warna putih kekuningan terjadi mulai minggu ke-2. Stabilitas warna sabun terlihat pada *cycling test* dan room temperature test hingga minggu ke-3 warna tidak berubah menjadi kekuningan. Perubahan warna yang signifikan terjadi pada penyimpanan suhu tinggi dan paparan sinar matahari, dimana terlihat sampel F1 berubah warna menjadi warna putih kekuningan mengkilap. Hal ini dapat disebabkan adanya faktor suhu yang tinggi sehingga dapat mempercepat reaksi kimia karena tiap kenaikan suhu sebesar

10<sup>0</sup>C dapat mempercepat reaksi kimia 2 sampai 3 kalinya (Djajadisastra, 2004). Tingkat oksidasi asam lemak, sangat ditentukan oleh perubahan suhu dan panas asam lemak serta sangat menentukan intensitas warna atau stabilitas warna asam lemak yang dihasilkan (Ketaren, 1986).

**Karakteristik Sabun Mandi Cair**

Sabun mandi cair sampel F1 yang dihasilkan memiliki karakteristik berwarna putih mengkilat (*pearly white*), homogen, *smooth* dan aroma khas (*Parfume* tercium).

**a. Uji Derajat Keasaman (pH)**

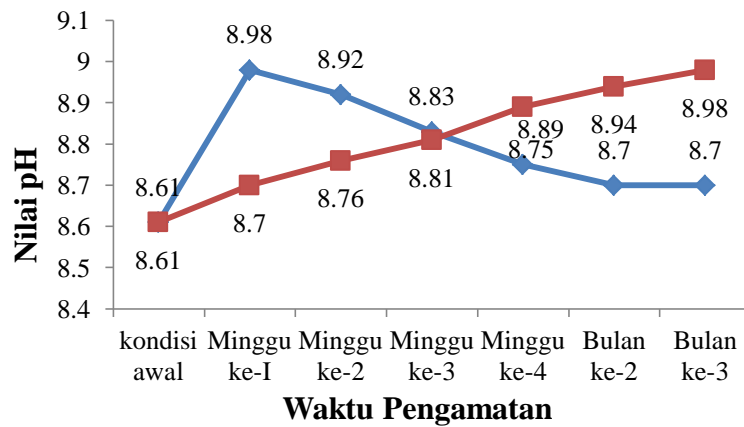
Pada uji stabilitas suhu tinggi, nilai pH mempunyai kecenderungan semakin naik karena terjadinya proses hidrolisis adanya peningkatan suhu. Semakin tinggi suhu maka semakin cepat proses hidrolisis, karena suhu mempercepat reaksi (Pangajunto, 2009). Jika lemak dihidrolisis akan menjadi asam lemak dan gliserol. Sifat asam lemak itu bersifat asam karena adanya penambahan KOH yang bersifat basa dan KOH lebih kuat dari asam lemah maka pH sabun menjadi basa. Karena adanya faktor suhu maka reaksi hidrolisis dipercepat dan pH akan semakin tinggi atau meningkat (Pangajunto, 2009).

Tabel 1. Data Perbandingan Hasil Analisis Sabun Mandi Cair sampel F1 dengan Standar

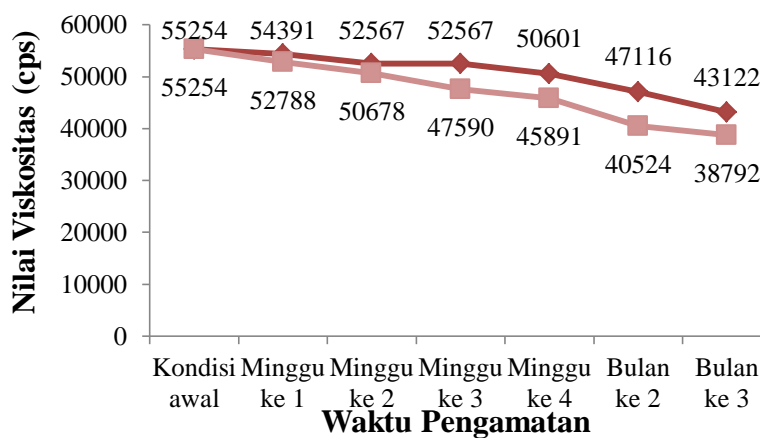
Parameter	Standar	Sampel F1
Bentuk	Cairan Kental	Cairan Kental
Warna	Putih Mengkilat	Putih Mengkilat
Bau	Khas	Khas
Homogenitas	Homogen	Homogen
pH	8,0-10,0	8,61
Viskositas (Spidle 4 ; Speed 3,0 rpm)	10000-65000 cps	55254 cps

Keterangan :

Sampel F1 : Sabun menggunakan surfaktan *Sodium Laureth Sulfate Ether* (SLES)



Gambar 3. Hasil Pengamatan pH Accelerated Test Sabun Mandi Cair Sampel F1 ( ◆ Room Test , ■ Oven Test)



Gambar 2. Hasil Pengamatan Viskositas Accelerated Test Sabun Mandi Cair Sampel F1 ( ◆ Room Test , ■ Oven Test)

Nilai pH pada kondisi *Sun Test* dan *Cycle Test* memiliki nilai pH yang stabil. Perubahan nilai pH pada sediaan tidak signifikan dan masih masuk ke dalam nilai pH sesuai standar, sehingga kedua sampel tersebut dapat dikatakan stabil. Nilai pH awal dari masing-masing sampel hingga setelah pengujian baik dalam kondisi suhu ruang dan suhu tinggi yaitu 8,50-8,98.

**b. Uji Viskositas**

Penurunan viskositas pada suhu ruang dan suhu tinggi ini dapat disebabkan karena terdapat gliserin dan sorbitol, dalam konsentrasi tinggi (>10%) dapat menyebabkan terbentuknya titik-titik air (fenomena *sweating*) pada produk jika disimpan dalam lingkungan yang lembab karena gliserin memiliki sifat higroskopis

memiliki tiga gugus hidroksil yang membentuk ikatan hidrogen dengan molekul air. Ini adalah masalah yang umum terjadi pada sabun mandi cair yang menggunakan humektan sebagai bahan baku. Masalah ini tidak terjadi pada sabun yang menggunakan bahan-bahan tersebut dengan konsentrasi kurang dari 5% (George dan Serdakowski, 1996). Pengaruh gliserin yang bersifat higroskopis yaitu mampu menyerap uap air dari luar sehingga kandungan air dalam sediaan semakin banyak (Rowe *et al.*, 2009). Penambahan konsentrasi surfaktan ini dapat meningkatkan viskositas sabun cair yang dihasilkan. Akan tetapi jika penambahannya yang lebih dari 30% menyebabkan produk berbentuk gel atau pasta (Shipp,1996). Kandungan air yang banyak menyebabkan sediaan sabun mandi cair menjadi semakin

encer dan viskositasnya semakin kecil. Penurunan viskositas ini dapat disebabkan oleh kenaikan ukuran diameter partikel yang menyebabkan luas permukaan semakin kecil dan mengakibatkan viskositas menurun.

Viskositas sabun mandi cair pada uji stabilitas kondisi suhu tinggi (*oven test*) mengalami penurunan tiap siklusnya pada sampel. Hal ini disebabkan oleh pengaruh suhu yang diberikan yang membuat sediaan semakin encer saat penyimpanan suhu tinggi (40°C). Uap air dari suhu tinggi mampu berinteraksi dengan sediaan yang membuat volume air sediaan bertambah yang menyebabkan nilai viskositas sediaan semakin kecil (Zulkarnain *et al.*, 2013). Suhu merupakan faktor yang mempengaruhi viskositas, kekentalan suatu zat berkurang bila dipanaskan. Kenaikkan suhu akan memperbesar jarak antarmolekul sehingga kekuatan gesekan antarmolekul berkurang dan kekentalan cairan akan berkurang. Semakin kecil gaya gesek antarmolekul maka viskositasnya kecil.

### KESIMPULAN

1. Sediaan sampel sabun mandi cair F1 menggunakan *Sodium Laureth Ether Sulfate* (SLES) dengan parameter warna, aroma, kekentalan, homogenitas, uji stabilitas (*oven test, room test, sun test dan cycle test*), uji viskositas dan uji pH sesuai dengan standar.

2. Sediaan sampel sabun mandi cair F1 dari parameter uji stabilitas *sun test* dan *oven test* mengalami perubahan fisik dari kondisi awal warna putih mengkilat menjadi warna putih kekuningan mengkilat tetapi hasil parameter uji stabilitas *sun test* dan *oven test* masih masuk standar.

### DAFTAR PUSTAKA

Djajadisastra. J.(2004) *Cosmetic Stability* disampaikan pada seminar setengah hari HIKI

Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengolahan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Kanisius. Yogyakarta

George, E. D. dan J. A. Serdakowski. 1996. "The Formulation of Bar Soap". Dalam *Soaps and Detergents A Theorittical and Pratical Review*. AOCS Press, Champaign, Illinois

Ketaren, K. 1996. *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*. Jakarta: UI Press

Pangajuanto, T. 2009. *Kimia 3 : Untuk SMA/ MA Kelas XII*. Pusat Perbukuan, Departemen Pendidikan Nasional, Jakarta.

Rowe, R.C. et Al. 2009. *Handbook Of Pharmaceutical Excipients*, 6<sup>th</sup> Ed, The Pharmaceutical Press, London

Shipp, J. J. 1996. "Hair-care Products". Dalam *Chemistry and Technology of The Cosmetics and Toiletries Industry Second Edittion*. Blackie Academic & Professional, London

Spiess, E. 1996. "Raw Materials." Dalam *Chemistry and Technology of The Cosmetics and Toiletries Industry Second Edittion*. Blackie Academic & Professional, London.

Sujianti, Desmia Tri. 2010. *Aplikasi Surfaktan Sodium Lauril Eter Sulfat (SLES) dan Alkil Poliglikosida (APG) Dalam Formulasi Sabun Cair*. Skripsi. Tidak diterbitkan. Fakultas Teknologi Pertanian . Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Zulkarnain, A.K., Ernawati, N. & Sukardani, N.I., 2013, *Aktivitas Amilum Bengkuang (Pachyrrizus erosus (L.) Urban) Sebagai Tabir Surya Pada Mencit dan Pengaruh Kenaikan Kadarnya Terhadap Viskositas Sediaan, Traditional Medicine Journal*,18, 5-11.

# PERBANDINGAN LAJU KOROSI PADA MATERIAL *STEEL PLATE COLD COIL* (SPCC) YANG DILAPISI CAT DENGAN RESIN YANG BERBEDA

Winda Yulliyanti<sup>1)</sup>, Devy Susanty<sup>1)\*</sup>, Wahyono<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Program Studi Kimia FMIPA Universitas Nusa Bangsa Bogor

Jl. K.H. Soleh Iskandar Km. 4, Tanah Sareal, Bogor 16166

<sup>2)</sup> PT Murni Cahaya Pratama, Kabupaten Bogor

\*e-mail: dvsusanty@gmail.com

## ABSTRACT

### *Comparison of Corrosion Rate on Steel Plate Cold Coil (Spcc) Material Coated With Different Resin*

*Iron corrosion is the most prominent problem because iron is widely used as a material, for example Steel Plate Cold Coil (SPCC) material or rolled steel plate that undergoes cooling process. SPCC materials are generally used for the manufacture of automobile engines, motor equipment, building construction, battery boxes, industrial machinery, and so on. The corrosion rate was determined by the salt blowing method. This method aims to calculate the corrosion rate of the material acting on an environment containing a salt solution such as NaCl. Corrosion rate testing was done on three types of paint (paint A, paint B, and C paint). Based on analysis and observation results, Coated Steel Plate Cold Coil material B coated has the smallest corrosion rate value because B paint has epoxy resin in the presence of aromatic aromatic compound ether, aromatic hydrocarbon and aliphatic alcohol.*

*Keywords: Iron, Steel Plate Cold Coil (SPCC), corrosion, paint*

## ABSTRAK

Korosi pada besi merupakan masalah yang paling menonjol karena besi banyak digunakan secara luas sebagai material, contohnya material *Steel Plate Cold Coil* (SPCC) atau gulungan plat baja yang mengalami proses pendinginan. Material SPCC umumnya digunakan untuk pembuatan mesin mobil, peralatan motor, konstruksi bangunan, kotak baterai, mesin-mesin industri, dan sebagainya. Laju korosi ditentukan dengan metode sembur garam. Metode ini bertujuan untuk menghitung kecepatan korosi dari material yang bekerja pada lingkungan yang mengandung larutan garam seperti NaCl. Pengujian laju korosi dilakukan terhadap tiga jenis cat (cat A, cat B, dan cat C). Berdasarkan hasil analisis dan pengamatan, material *Steel Plate Cold Coil* yang dilapisi cat B memiliki nilai laju korosi terkecil karena cat B mempunyai resin epoxy dengan adanya senyawa aromatik eter, aromatik hidrokarbon dan alifatik alkohol.

Kata Kunci: Besi, *Steel Plate Cold Coil* (SPCC), korosi, cat

## PENDAHULUAN

Korosi atau karat adalah kerusakan yang terjadi pada logam akibat pengaruh lingkungan, terutama karena adanya oksigen. Kerugian yang ditimbulkan dari peristiwa korosi pada suatu perusahaan dapat mengakibatkan biaya pemeliharaan terhadap peralatan semakin besar, kapasitas produksi menurun, produksi terhenti, menimbulkan kontaminasi pada produk, pencemaran lingkungan, gangguan kesehatan dan keselamatan kerja, serta kerugian-kerugian lainnya.

Korosi pada besi merupakan masalah yang paling menonjol karena besi banyak digunakan secara luas sebagai material, contohnya material *Steel Plate Cold Coil* (SPCC) atau gulungan plat baja yang mengalami proses pendinginan. Material SPCC umumnya digunakan untuk pembuatan mesin mobil, peralatan motor, konstruksi bangunan, kotak baterai, mesin-mesin industri, dan sebagainya. Selain itu, SPCC juga digunakan untuk pembuatan peralatan mesin dan konstruksi, serta secara luas digunakan untuk pembuatan peralatan yang berhubungan dengan listrik. Pipa-pipa air juga merupakan salah satu contoh

penggunaan SPCC secara umum. Namun berdasarkan penelitian Elia (2014) laju korosi material SPCC lebih besar dibandingkan material *Stainless Steel Cold Coil* (SUS) 409L. Untuk itu perlu dilakukan upaya untuk mengurangi laju korosi pada material SPCC, salah satu caranya yaitu dengan cara melapisi material dengan cat.

Besarnya laju korosi pada material harus ditetapkan sehingga dapat diketahui jenis cat yang tahan terhadap korosi. Metode pengujian laju korosi ini mengacu pada metode standar yaitu ASTM (*American Society for Testing and Material*) G371-72 (*Practice for Laboratory Immersion Corrosion Testing of Metals*). ASTM merupakan organisasi internasional yang mengembangkan standarisasi teknik untuk material, produk, sistem dan jasa. ASTM ini berpusat di Amerika Serikat. Standar ASTM banyak digunakan pada negara-negara maju maupun berkembang dalam penelitian akademis maupun industri.

## BAHAN DAN METODE

### Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan meliputi *xylene*, Sampel cat 1, *varnish C*, *varnish B*, pasta A, pasta C, pasta B, *hardener B*, *hardener A*, *thinner A*, *thinner C* dan *thinner B*. Alat-alat yang digunakan meliputi *Salt Spray Test Suga*, spektrofotometer IR *Thermo Scientific Nicolet iS10*, *hand air sprayer*, viskometer NK2 *Anest Iwata*, *stopwatch*, *thinkness test BYK Gardner*, neraca analitik *Sartorius PMA 7500*, gelas piala merek *Pyrex* dan batang pengaduk.

### Metode

#### 1. Persiapan Material dan Larutan Cat

Persiapan material dilakukan dengan menyiapkan Plate SPCC dengan ukuran 7 cm x 15 cm x 0,08 cm sebanyak 10 pcs. Persiapan larutan cat dilakukan dengan cara menimbang masing-masing *Sampel cat A*, *Sampel cat B* dan *Sampel cat C* sebanyak 90 gram, lalu ditambahkan pasta ke dalam masing-masing sampel cat sebanyak 10 gram, diaduk dengan kecepatan 10-15 m/s selama 15 menit. Untuk proses pengecatan, diambil cat A sebanyak 50 gr, ditambahkan

*hardener cat A* 5 gr dan *thinner cat A* sebanyak 20 gr. Cat B ditimbang sebanyak 30 gr ditambahkan *thinner B* sebanyak 10 gr. Pada cat C, ditimbang 30 gr lalu ditambahkan *hardener* sebanyak 20 gr dan *thinner cat C* sebanyak 10 gr. Kekentalan cat tersebut dicek sehingga menghasilkan 15 detik menggunakan alat viskometer NK-2 *Anest Iwata*.

#### 2. Identifikasi Senyawa

Ketiga sampel cat tersebut masing-masing diidentifikasi menggunakan spektrofotometer IR *Thermo Scientific Nicolet iS10* untuk mengetahui apakah ada kandungan resin acrylic, resin alkyd dan resin epoxy (Stoye, 1993).

#### 3. Pengecatan

Sebelum pengecatan dimulai terlebih dahulu dilakukan penyiapan permukaan yang bertujuan agar cat dapat menempel dengan baik pada permukaan material. Pekerjaan persiapan ini meliputi pembersihan secara mekanis (pengamplasan) dengan amplas dan larutan xilen, yang bertujuan untuk menghilangkan debu, kotoran, minyak, lemak, dan pengotor lainnya dari material. Tahap pengecatan dilakukan dengan menggunakan metode penyemprotan bertekanan (*air spraying*) dengan peralatan utama *hand air sprayer Anest Iwata* dan kompresor udara. Pengecatan dilakukan dengan tekanan sesuai dengan rekomendasi dari pabrik dengan temperatur pengecatan 31°C dan jarak pengecatan  $\pm 30$  cm. Proses penyemprotan ini dilakukan sebanyak 8 kali ulangan supaya warna cat pada material merata. Material yang telah dicat disimpan di dalam tempat *setting* selama 10 menit kemudian disimpan disuhu ruang selama 72 jam. Plate yang sudah dilakukan pengecatan diukur ketebalannya dengan alat *thinkness test BYK Gardner* (Stoye, 1993).

#### 4. Pengujian Laju Korosi dengan Metode Sembur Garam

Metode ini bertujuan untuk menghitung kecepatan korosi dari material yang bekerja pada lingkungan yang mengandung larutan garam seperti NaCl. Alat yang digunakan adalah *Salt Spray Test Suga*, yang di

dalamnya terdapat penyemprot untuk menyemprotkan larutan NaCl. Sebelum dimasukkan ke dalam *chamber* SST, sampel panel yang telah dilakukan pengecatan ditimbang terlebih dahulu untuk mengetahui bobot awal sebelum pengujian, kemudian disusun di dalam *chamber* dengan sudut kemiringan 20°. Jarak antar material diatur sedemikian rupa sehingga tidak bersentuhan satu dengan lainnya, setelah itu dilakukan penyemprotan dan material tersebut ditempatkan pada kondisi yang sama dengan suhu dan pH tetap (ASTM).

Material disimpan di dalam *chamber* selama 120 jam. Setelah melewati 120 jam, material dipindahkan dan dikeringkan. Material yang telah bersih ditimbang kembali untuk mengetahui bobot akhir

setelah pengujian. Pada percobaan dilakukan tiga kali ulangan.

### 5. Perhitungan Laju Korosi

Menurut Elia (2014), material yang telah dilakukan pengujian ditimbang dan hasil bobotnya dicatat. Besarnya laju korosi dari kedua jenis material tersebut dapat diketahui berdasarkan rumus :

$$\text{Laju Korosi} = \frac{W}{D \times A \times T}$$

Keterangan :

W = bobot material yang hilang (gram)

D = massa jenis material (gram/cm<sup>3</sup>)

A = luas permukaan material (cm<sup>2</sup>)

T = waktu atau lama pengujian (tahun)

Tabel 2. Senyawa Resin pada Cat

Merk Cat	Senyawa pada Cat	Senyawa pada Resin
Cat A	1. Alifatik asam karboksilat	<i>Acrylic</i>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• C = O</li> <li>• C – O</li> <li>• OH</li> </ul>	1. Alifatik asam karboksilat <ul style="list-style-type: none"> <li>• C = O</li> <li>• C – O</li> <li>• OH</li> </ul>
Cat B	2. Alifatik hidrokarbon	2. Alifatik hidrokarbon
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• C – H</li> <li>• CH<sub>2</sub></li> <li>• CH<sub>3</sub></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• C – H, CH<sub>2</sub>, CH<sub>3</sub></li> </ul>
Cat C	3. Aromatik hidrokarbon	3. Aromatik hidrokarbon mono substitusi
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• C – H</li> <li>• C = C</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• C – H</li> <li>• C = C</li> </ul>
Cat B	1. Aromatik eter	<i>Epoxy</i>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• C – O – C</li> </ul>	1. Aromatik eter
Cat C	2. Aromatik hidrokarbon	2. Aromatik hidrokarbon
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• C – H</li> <li>• C = C</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• C – H</li> <li>• C = C</li> </ul>
Cat C	3. Alifatik alkohol	3. Alifatik alkohol
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• C – OH</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• C – OH</li> </ul>
Cat C	4. Alifatik hidrokarbon	4. Alifatik hidrokarbon
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• C – H, CH<sub>2</sub>, CH<sub>3</sub></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• C – H, CH<sub>2</sub>, CH<sub>3</sub></li> </ul>
Cat C	1. Alifatik hidrokarbon	<i>Alkyd</i>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• C – H</li> <li>• CH<sub>2</sub></li> <li>• CH<sub>3</sub></li> </ul>	1. Alifatik hidrokarbon
Cat C	2. Aromatik benzoat ester	2. Aromatik hidrokarbon
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• C = O</li> <li>• C – O</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• C – H, C = C</li> </ul>
Cat C		3. Alifatik benzoat ester
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• C = O, C – O</li> </ul>

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Identifikasi Senyawa Resin

Identifikasi senyawa-senyawa yang ada di dalam cat A, B dan C dilakukan dengan menggunakan spektrofotometer IR *Thermo Scientific Nicolet iS10*. Berdasarkan hasil identifikasi senyawa dengan instrumen spektrofotometer IR, dapat dilihat jenis senyawa resin pada masing-masing cat (Tabel 2).

Berdasarkan Tabel 2, dapat diketahui bahwa cat A mengandung resin *acrylic* karena memiliki senyawa alifatik asam karboksilat dan alifatik hidrokarbon. Alifatik asam karboksilat mengandung gugus C = O ( $1725-1700\text{ cm}^{-1}$ ), C – O ( $1440-1395\text{ cm}^{-1}$ ), ( $1320-1210\text{ cm}^{-1}$ ) dan OH ( $950-900\text{ cm}^{-1}$ ). Alifatik hidrokarbon mempunyai gugus C–H ( $3000\text{ cm}^{-1}$ ), CH<sub>2</sub> ( $720\text{ cm}^{-1}$ ) dan CH<sub>3</sub> ( $1470-1440\text{ cm}^{-1}$ ). Cat B mengandung resin *epoxy* yaitu aromatik eter, aromatik hidrokarbon, alifatik alkohol dan alifatik hidrokarbon. Aromatik eter mengandung gugus C – O – C ( $1270-1230\text{ cm}^{-1}$ ). Aromatik hidrokarbon mengandung gugus C – H ( $2000-1700\text{ cm}^{-1}$ ), alifatik alkohol mengandung gugus C – OH ( $3635-3620\text{ cm}^{-1}$ ) dan alifatik hidrokarbon mempunyai gugus C – H ( $3000\text{ cm}^{-1}$ ), CH<sub>2</sub> ( $720\text{ cm}^{-1}$ ) dan CH<sub>3</sub> ( $1470-1440\text{ cm}^{-1}$ ). Cat C mengandung resin *alkyd* yaitu alifatik hidrokarbon dan aromatik benzoat ester. Alifatik hidrokarbon mempunyai panjang gelombang C–H ( $3000\text{ cm}^{-1}$ ), CH<sub>2</sub> ( $720\text{ cm}^{-1}$ )

dan CH<sub>3</sub> ( $1470-1440\text{ cm}^{-1}$ ). Aromatik benzoat ester mempunyai panjang gelombang C = O ( $1720\text{ cm}^{-1}$ ) dan C – O ( $1270\text{ cm}^{-1}$ ).

### B. Pengujian Laju Korosi

Berdasarkan Tabel 3, penggunaan cat yang berbeda pada material SPCC, mengakibatkan perbedaan laju korosi. Material SPCC tanpa pengecatan memiliki nilai laju korosi 0.612 mm/tahun. Material *Steel Plate Cold Coil* yang dilapisi cat B memiliki nilai laju korosi terkecil. Hal ini disebabkan cat B memiliki senyawa aromatik eter, aromatik hidrokarbon dan alifatik alkohol. Sifat dari cat B yang mengandung resin *Epoxy* adalah resin termoseting karena bereaksi dengan menghasilkan proses internal dan mampu membentuk ikatan molekul yang erat dan struktur *crosslinking* polimer (Stoye, 1993).

Laju korosi yang memiliki nilai terkecil setelah cat B yaitu cat C. Cat C mengandung senyawa alifatik hidrokarbon dan aromatik benzoat ester. Cat C yang mengandung resin *alkyd* mempunyai kandungan minyak, karena dimodifikasi dengan sejumlah minyak seperti kedelai, minyak biji rami, minyak jarak yang didehidrasi dan minyak kelapa. Dengan adanya minyak pada resin tersebut, maka air akan sulit masuk ke dalam material (Stoye, 1993).

Tabel 3. Hasil Pengujian Laju Korosi

Sampel	Percobaan ke-	Laju korosi (mm/tahun)	Rata-rata Laju Korosi (mm/tahun)
Tanpa pengecatan	I	0.612	0.612
Cat A	I	0.468	0.456
	II	0.490	
	III	0.410	
Cat C	I	0.361	0.405
	II	0.399	
	III	0.455	
Cat B	I	0.334	0.328
	II	0.290	
	III	0.360	

Cat yang memiliki laju korosi terbesar adalah cat A. Cat A mengandung senyawa asam karboksilat dan alifatik hidrokarbon. Cat A mengandung resin *acrylic*. Bahan resin *acrylic* mempunyai sifat menyerap air secara perlahan-lahan dalam jangka waktu tertentu (Stoye, 1993). Menurut Prasetya *et al* (2014) faktor yang berpengaruh terhadap korosi dapat dibedakan menjadi dua, yaitu berasal dari bahan itu sendiri dan lingkungan. Faktor dari bahan berupa kemurnian logam, struktur bahan, teknik pencampuran bahan dan sebagainya. Faktor lingkungan meliputi tingkat pencemaran udara, suhu, kelembapan, keberadaan zat-zat kimia yang bersifat korosif. Pengendalian laju korosi dengan lapisan penghalang disebut pelapisan. Pelapisan menggunakan cat merupakan salah satu yang banyak digunakan untuk pengendalian korosi karena dapat melindungi logam dari kontak dengan lingkungan yang memicu korosi. *Epoxy* merupakan salah satu jenis cat yang biasa digunakan sebagai bahan adhesif dan lapisan pelindung yang sangat baik karena memiliki kekuatan yang tinggi dibuktikan dengan hasil yang telah didapat.

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pengamatan, material *Steel Plate Cold Coil* yang dilapisi cat B memiliki nilai laju korosi terkecil karena cat B mempunyai resin *epoxy* dengan adanya senyawa aromatik eter, aromatik hidrokarbon dan alifatik alkohol. Cat B adalah cat yang digunakan dengan lapisan tebal untuk melindungi jembatan, pipa baja, cor pipa besi, tangki kapal, plat baja dari korosi

### DAFTAR PUSTAKA

- American Society for Testing and Material (ASTM). *Practice for Laboratory Immersion Corrosion Testing of Metals (ASTM G31-72)*. American Society for Testing and Material. Philadelphia.
- Bagotsky, V.S. 2005. *Fundamentals of Electrochemistry Second Edition*. New Jersey.
- Castellan, G.W. 1983. *Physical Chemistry Third Edition*. Addison-Wesley Publishing Company, Inc. United State of America.
- Elia. 2014. *Perbandingan Laju Korosi Pada Material SUS 409L yang Sudah Mengalami Perlakuan Secara Fisika*. Bogor: Akademi Kimia Analis.
- Japanese Industrial Standard. 1990. *Paint and Varnish*. Jepang.
- Prasetya, E.H. 2014. Pengaruh Konsentrasi Inhibitor Asam Askorbat dan Konsentrasi Larutan Natrium Klorida Terhadap Laju Korosi Baja Karbon Rendah Pasca Pelapisan Cat Epoxy. *Jurnal Nosal Ilmu Pendidikan Teknik Mesin*. 2 (3).
- Stoye, D. 1993. *Paints, Coatings and Solvents*. New York.

**PENINGKATAN KAPASITAS PRODUKSI GAS HIDROGEN (H<sub>2</sub>) DENGAN  
SUBSTRAT LIMBAH BIODIESEL OLEH MUTAN GANDA  
*Enterobacter aerogenes* AD-H43 DI BATCH  
STIRRED TANK REACTOR (BSTR)**

Iwan Hidayat<sup>1)</sup>, Mahyudin AR<sup>2)</sup> Srikandi<sup>3)</sup>\*

<sup>1)</sup>Program Studi Kimia, Fakultas MIPA, UNB Bogor

<sup>2)</sup>BPPT PUSPIPTEK Serpong

<sup>3)</sup>Program Studi Biologi, Fakultas MIPA, UNB Bogor

Jl. K.H. Sholeh Iskandar Km. 4 Cimanggu, Tanah Sareal, Bogor 16166

Telp. 0251-8340217, 7535605

\*e-mail: sriuus@yahoo.co.id

**ABSTRACT**

***Enhancement of Hydrogen Gas Production Capacity (H<sub>2</sub>) With Substrate of Biodiesel Waste  
By Double Multiles *Enterobacter aerogenes* Ad-H43 In Batch Stirred Tank Reactor (Bstr)***

*Hydrogen is the simplest element consisting of only one proton and one electron. Almost all components inside the cell contain hydrogen atoms. Hydrogen gas (H<sub>2</sub>) consists of two binding hydrogen atoms. H<sub>2</sub> can be produced by chemical / physics method and biological method. The production of H<sub>2</sub> by chemical / physics method is done thermochemically and electrolyzed water, while biologically done by microorganisms through direct and indirect biofotolysis as well as light and dark fermentation. The results showed that H<sub>2</sub> production using a double *Enterobacter aerogenes* AD-H43 mutant on the BSTR fermentor scale occurred an increase in H<sub>2</sub> capacity followed by decreased production of lactic acid due to mutation with Ethyl Methane Sulfonate (EMS). On the glycerol substrate *E. aerogenes* AD-H43 produces H<sub>2</sub> of 3.14 mol / mol glycerol while *E. aerogenes* AY-2 produces only H<sub>2</sub> of 2.65 mol / mol glycerol, or an increase of 18% compared to *E. aerogenes* AY-2 whereas for production lactic acid decreased 33% while in biodiesel waste *E. aerogenes* AD-H43 yield H<sub>2</sub> 0.98 mol / mol glycerol and *E. aerogenes* AY-2 only 0.85 mol / mol glycerol or about 15% increase and in purified biodiesel waste resulting in a higher yield of H<sub>2</sub> from biodiesel waste of 0.89 mol / mol glycerol at *E. aerogenes* AY-2 and 0.98 mol / mol glycerol in *E. aerogenes* AD-H43.*

*Keywords: Hydrogen, Enterobacter aerogenes, BSTR fermentor*

**ABSTRAK**

Hidrogen adalah unsur paling sederhana yang hanya terdiri dari satu proton dan satu elektron. Hampir semua komponen di dalam sel mengandung atom hidrogen. Gas hidrogen (H<sub>2</sub>) terdiri atas dua atom hidrogen yang berikatan. Pembuatan H<sub>2</sub> dapat dilakukan dengan metode kimia/fisika dan metode biologis. Produksi H<sub>2</sub> dengan metode kimia/fisika dilakukan secara termokimia dan elektrolisis air, sedangkan secara biologis dilakukan oleh mikroorganisme melalui biofotolisis langsung dan tidak langsung serta fermentasi terang dan gelap. Hasil penelitian menunjukkan bahwa produksi H<sub>2</sub> menggunakan mutan ganda *Enterobacter aerogenes* AD-H43 pada skala fermentor BSTR terjadi peningkatan kapasitas H<sub>2</sub> dengan diikuti penurunan produksi asam laktat akibat mutasi dengan *Ethyl Methane Sulfonate* (EMS). Pada substrat gliserol *E. aerogenes* AD-H43 memproduksi H<sub>2</sub> sebesar 3.14 mol/mol gliserol sedangkan *E. aerogenes* AY-2 hanya memproduksi H<sub>2</sub> sebesar 2.65 mol/mol gliserol, atau mengalami kenaikan sebesar 18 % dibandingkan *E. aerogenes* AY-2 sedangkan untuk produksi asam laktatnya terjadi penurunan 33% sedangkan pada limbah biodiesel *E. aerogenes* AD- H43 menghasilkan *yield* H<sub>2</sub> 0.98 mol/mol gliserol dan *E. aerogenes* AY-2 hanya 0.85 mol/mol gliserol atau terjadi kenaikan sekitar 15 % dan pada limbah biodiesel yang di purifikasi menghasilkan *yield* H<sub>2</sub> yang lebih tinggi dari limbah biodiesel yaitu 0.89 mol/mol gliserol pada *E. aerogenes* AY-2 dan 0.98 mol/mol gliserol pada *E. aerogenes* AD-H43.

Kata Kunci: Hidrogen, *Enterobacter aerogenes*, fermentor BSTR

## PENDAHULUAN

Menurunnya cadangan minyak bumi mendorong dilakukan usaha penghematan energi dan pencarian sumber energi baru sebagai alternatif. Gas hidrogen ( $H_2$ ) merupakan bahan bakar yang menjanjikan sebagai bahan bakar alternatif yang ramah lingkungan karena dapat diperbaharui, efisien, dan juga karena tidak memiliki ikatan dengan karbon sehingga tidak menghasilkan emisi gas buang yang dapat mencemari lingkungan. (Sardjoko, 1991, Ngundiwaluyo dan Amos, 1996)

Gas  $H_2$  dapat dihasilkan dengan bantuan mikroorganisme yang dikenal sebagai biohidrogen (Said, 2007). Gas  $H_2$  dapat dihasilkan oleh beberapa bakteri misalnya *Enterobacter aerogenes*, *Clostridium butyricum*, dan *Klebsiella sp* (Sang-Eun Oh *et.al*, 2003). Pada penelitian ini yang digunakan adalah *Enterobacter aerogenes* (*E. aerogenes*) Bakteri tersebut dapat menghasilkan  $H_2$  melalui fermentasi gelap, sehingga tidak tergantung pada cahaya matahari. *E. aerogenes* juga dapat menghasilkan  $H_2$  lebih cepat dari mikroorganisme fotosintetik dan dapat bertahan hidup pada konsentrasi  $H_2$  yang tinggi (Rachman, 1997). *E. aerogenes* mampu memanfaatkan berbagai macam substrat, misalnya gliserol, substrat tersebut dapat diperoleh dari limbah biodiesel karena merupakan salah satu komponen utama penyusun limbah tersebut (Ngan *et al.*, 2004).

Limbah biodiesel merupakan limbah organik yang dapat digunakan sebagai substrat karena kaya akan bahan-bahan organik. Limbah biodiesel yang merupakan sisa hasil pengolahan minyak kelapa sawit menjadi bahan bakar biodiesel dapat dimanfaatkan sebagai substrat oleh beberapa mikroorganisme. Substrat organik di dalam limbah tersebut bermacam-macam, di antaranya karbohidrat, protein, lipid, dan asam nukleat (Ngan *et.al*, 2004). Indonesia merupakan salah satu negara penghasil kelapa sawit terbesar, sehingga penggunaan limbah tersebut untuk produksi biohidrogen bersifat ekonomis dan menguntungkan.

Produksi  $H_2$  secara teoritis pada fermentasi asetat menghasilkan 4 mol

$H_2$ /mol glukosa, sedangkan produksi  $H_2$  oleh *E. aerogenes* menggunakan substrat gliserol hanya mencapai 0.669 mol  $H_2$ /mol gliserol (Nishio dan Nakashimada, 2004). Pengembangan galur *E. aerogenes* untuk mendapatkan produktivitas  $H_2$  lebih tinggi juga telah dilakukan dengan melakukan mutasi pada *E. aerogenes* HU-101 dengan senyawa kimia *N-methyl-N'-nitro-N-nitrosoguanidine* (NTG), kemudian diseleksi dengan *alil alkohol* dan *proton suicide* menghasilkan suatu mutan *E. aerogenes* AY-2. Produksi  $H_2$  oleh mutan *E. aerogenes* AY-2 menghasilkan 1,17 mol  $H_2$ /mol glukosa atau 1,5 kali lebih tinggi dari *E.aerogenes* HU-101 (Rachman dkk, 1997), sedangkan secara teoritis (stoikiometri) adalah 1 mol  $H_2$ /mol gliserol (Ngan *et.al*, 2004). Produktivitas  $H_2$  oleh mutan *E. aerogenes* AY-2 masih dapat ditingkatkan melalui perubahan metabolisme yaitu dengan menghambat pembentukan metabolit berupa alkohol dan asam organik .

Perubahan metabolisme pada mikroorganisme dapat dilakukan dengan mutagenesis menggunakan suatu mutagen, antara lain mutagen kimia *Ethyl Methane Sulfonate* (EMS). Dari penelitian sebelumnya diperoleh informasi bahwa EMS memberikan efek mutasi sehingga terjadi perubahan jalur metabolisme pada mutan *E. aerogenes* AY-2 dengan memproduksi asam laktat lebih rendah dari sebelumnya, sehingga mengakibatkan Mutan ganda *E. aerogenes* AD-H43. Mutan ganda *E. aerogenes* AD-H43 memiliki produktivitas  $H_2$  lebih tinggi yaitu sebesar 20% dari nilai produksi mutan *E. aerogenes* AY-2 pada skala vial botol (50 ml) (Said, 2007).

## BAHAN DAN METODE

### Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan adalah mutan ganda *E. aerogenes* AD-H43 dan mutan *E. aerogenes* AY-2, ekstrak khamir (Scharlau 07-079), Tripton (Oxoid),  $KH_2PO_4$  (Univar),  $K_2HPO_4$  (Univar),  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$  (Merck), gliserol,  $Na_2CO_3$ , NaOH (Merck), HCl (Merck), akuades, akuabides, limbah biodiesel,  $(NH_4)_2SO_4$ ,  $CaCl_2 \cdot 2H_2O$ ,  $Co(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ ,  $Fe(NH_4)_2SO_4 \cdot 6H_2O$ ,

$MnCl_2 \cdot 4H_2O$ ,  $H_3BO_3$ ,  $AlK(SO_4)_2 \cdot 12 H_2O$ ,  $CuCl_2 \cdot 2H_2O$ , *nicotinic acid*,  $Na_2EDTA \cdot 2H_2O$ ,  $H_2PO_4$ ,  $Ca(OH)_2$ ,  $H_3PO_4$ ,  $NaCl$ .

Peralatan yang digunakan adalah autoklaf (Iwaki, Jepang), *high performance liquid chromatograph* (Hitachi L 5025, Jepang), *high performance liquid chromatograph* (Waters), respirometer, *batch stirred tank reactor* (LKB bromma), pH meter (Knics), alat sentrifugasi, oven (Mettler), vorteks (Sargen Welch), neraca teknis (Sartorius), mikroskop compound (Nikon), kamar hitung improve Neubauer (Assistant), inkubator statis, spektrofotometer, penangas air, termometer, *cool chamber*, *water bath*, *laminar air flow cabinet*, alat hitung, tabung mikrosentrifugasi, mikrofilter 0,2  $\mu m$ , pengaduk bermagnet, tabung sentrifugasi, pipet mikro, erlenmeyer dan peralatan yang biasa digunakan dalam laboratorium.

## Metode

### 1. Pembuatan medium

#### a. Pembuatan Media Pertumbuhan Kompleks

Sebanyak 0,25 g ekstrak khamir, 0,25 g tripton, 0,5 ml unsur makro  $\{(NH_4)_2SO_4$ ,  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ ,  $CaCl_2 \cdot 2H_2O$ ,  $Co(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ ,  $Fe(NH_4)_2SO_4 \cdot 6H_2O\}$ , dan 0,5 ml unsur mikro  $\{Na_2SeO_3$ ,  $NiCl_2$ ,  $MnCl_2 \cdot 4H_2O$ ,  $H_3BO_3$ ,  $AlK(SO_4)_2 \cdot 12 H_2O$ ,  $CuCl_2 \cdot 2H_2O$ ,  $Na_2EDTA \cdot 2H_2O$  dan *nicotinic acid\}, dimasukkan dalam erlenmeyer 50 ml dan dilarutkan menggunakan akuades hingga volume 40 ml, dihomogenkan dengan pengaduk bermagnet dan pH ditepatkan menjadi pH 6,8 dengan penambahan NaOH 0.1N. Sterilisasi dilakukan dengan autoklaf pada suhu 121 °C selama 15 menit. Media yang sudah steril dan dingin ditambahkan gliserol 5 ml dan 5 ml *buffer* fosfat yang juga sudah disterilisasi.*

#### b. Pembuatan Media Pertumbuhan Agar Semi Solid

Sebanyak 0,575 g ekstrak khamir agar, 0,175 g ekstrak khamir 0,375 g tripton, dan 0.25 g NaCl, dimasukkan dalam erlenmeyer 125 ml dan dilarutkan menggunakan akuades hingga volume 50 ml, dihomogenkan dengan pengaduk

bermagnet dan pH ditepatkan menjadi pH 6,8 dengan penambahan NaOH 1N. Sterilisasi dilakukan dengan autoklaf pada suhu 121 °C selama 15 menit.

### c. Pembuatan Media Fermentasi Limbah Biodiesel pada BSTR

Medium produksi  $H_2$  dibuat berdasarkan metode Hungate (Miller *et.al*, 1974) yang dimodifikasi. Sebanyak 17.5 g ekstrak khamir, 17.5 g tripton, 35 ml makroelemen dan 35 ml mikroelemen dilarutkan dalam 2555 ml aquades ditambah 175 ml limbah biodiesel yang sudah disaring sehingga volumenya 2800 ml dihomogenkan dengan pengaduk bermagnet dan pH ditepatkan menjadi pH 6,8 dengan penambahan NaOH 1 N. Erlenmeyer yang berisi medium tersebut ditutup dengan kertas aluminium dan dipanaskan dalam *water bath* pada suhu 100 °C selama 20 menit. Medium kemudian didinginkan dengan es pada suhu -5 °C. Setelah dingin, medium kemudian dipindahkan ke fermentor dan disterilkan dalam autoklaf pada suhu 100 °C, tekanan 1 bar, selama 15 menit. Medium yang sudah steril dan dingin ditambahkan 350 ml *buffer* fosfat yang sudah disterilisasi

### d. Pembuatan Media Fermentasi Limbah Biodiesel purifikasi pada BSTR

Pembuatan media fermentasi limbah Biodiesel yang dipurifikasi prinsipnya sama dengan pembuatan media fermentasi limbah biodiesel tanpa purifikasi, Purifikasi dilakukan dengan cara memanaskan limbah biodiesel sambil dihomogenkan dengan pengaduk bermagnet hingga mencapai suhu  $\pm 40$  °C kemudian ditambahkan  $H_2SO_4$  pekat dengan menggunakan pipet, dengan konsentrasi 2.5% v/v. Sehingga dari hasil purifikasi ini diperoleh gliserol dan garam pospat reaksinya sebagai berikut:

Limbah Biodiesel +  $H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4$  + Gliserol

### 2. Pembuatan Kultur Stok *E. aerogenes* AY-2 dan *E. aerogenes* AD-H43

Kultur stok yang disimpan pada -80 °C diambil sebanyak 1 ml kemudian dimasukkan ke dalam erlenmeyer 125 ml yang berisi 50 ml medium pertumbuhan kompleks kemudian diinkubasi dalam

inkubator statis selama 8-12 jam pada suhu 37 °C. Kultur kemudian disimpan dalam *cool chamber* dan diremajakan setiap dua minggu sekali.

### 3. Pembuatan Kultur Kerja

Kultur stok yang disimpan di *cool chamber* diambil sebanyak  $\pm 1$  ose dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang berisi 50 ml media agar *semi solid* dengan cara ditusukan. Kultur tersebut diinkubasi dalam inkubator statis pada suhu 37 °C selama 8 jam. Kultur kemudian disimpan dalam *cool chamber* dan diremajakan setiap dua minggu sekali.

### 4. Pembuatan Kultur Awal (*Pre Culture*)

Sebanyak 35 ml media pertumbuhan kompleks dimasukkan dalam erlenmeyer 50 ml pH ditetapkan 6.8. Sterilisasi dilakukan dengan autoklaf pada suhu 121 °C selama 15 menit. Media yang sudah steril dan dingin ditambahkan gliserol 3.5 ml dan 3.5 ml *buffer* fosfat yang juga sudah disterilisasi, kemudian dilakukan inokulasi 1 ose bakteri mutan dari media agar semi solid. Setelah diinokulasi simpan dalam inkubator pada suhu 37 °C selama 8 jam

### 5. Pembuatan kurva pertumbuhan

Kurva pertumbuhan dibuat dengan mengambil kultur mutan *E. aerogenes* AY-2 dan mutan ganda *E. aerogenes* AD-H43 sebanyak 1 ml kemudian dimasukkan ke dalam botol serum 125 ml yang berisi media pertumbuhan. Kultur tersebut kemudian diinkubasi dalam inkubator statis pada suhu 37 °C. Penghitungan *Optical Density* (OD) dilakukan pada jam ke 0, 4, 8, 12, 16, 20, 24, dengan cara diukur menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang ( $\lambda$ ) = 680 nm

### 6. Pembuatan Media starter (*Main culture*)

Sebanyak 1.75 g ekstrak khamir, 1.75 g trypton, 3.5 ml unsur mikro, 3.5 ml unsur makro dilarutkan dengan 238 ml aquades sampai volum 280 ml dihomogenkan dengan pengaduk bermagnet dan pH ditepatkan menjadi pH 6,8 dengan

penambahan NaOH 1 N. Erlenmeyer yang berisi media ditutup dengan sumbat kemudian disterilisasi pada suhu 121 °C selama 15 menit. Setelah medium dingin ditambahkan larutan *buffer* pospat 35 ml yang sudah disteril terpisah kemudian dilakukan inokulasi *Pre culture* kedalam media starter di *Laminar Air flow*. Kemudian disimpan dalam inkubator pada suhu 37 °C selama 8 jam.

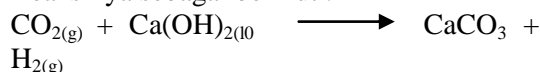
### 7. Produksi $H_2$ oleh *Enterobacter aerogenes* AD-H43 dalam fermentor BSTR

Sebanyak 35 ml media pertumbuhan yang berisi kultur mutan ganda AD-H43 diinokulasi kedalam 350 ml media starter steril, selanjutnya media starter steril dinokulasi kedalam media fermentasi didalam sebuah fermentor 6L. Suhu selama produksi dijaga pada 37 °C, pH 6,8 dan agitasi 40 rpm. Volume gas  $H_2$  yang dihasilkan selama 20 jam dicatat, dan pengukuran jumlah sel dilakukan pada jam ke 0, 4, 8, 12, 16, 20. Selain melakukan pengukuran dan penghitungan sel juga dilakukan. Pengukuran asam laktat diukur pada jam ke 20.

### 8. Pengukuran hasil fermentasi

#### a. Pengukuran $H_2$

Pengukuran jumlah hidrogen dilakukan menggunakan respirometer. Selang respirometer dihubungkan dengan lubang pada bagian atas fermentor. Gas  $CO_2$  dan  $H_2$  yang terbentuk akan mengalir melalui selang tersebut ke erlenmeyer yang berisi larutan  $Ca(OH)_2$ . Gas  $CO_2$  akan bereaksi dengan  $Ca(OH)_2$  membentuk  $CaCO_3$ , sedangkan  $H_2$  akan masuk ke dalam tabung respirometer yang berisi NaCl jenuh. Reaksinya sebagai berikut :



Volume NaCl yang dipindahkan pada respirometer diukur sebagai volume gas  $H_2$  yang dihasilkan. Jumlah  $H_2$  diperoleh melalui perhitungan (Rachman *dkk*, 1997).

$$Yield H_2 = \frac{\text{mol } H_2}{\text{mol substrat}}$$

#### b. Pengukuran konsentrasi asam laktat

Pengukuran jumlah asam laktat dilakukan menggunakan analisis HPLC.

Sebanyak 1 ml sampel dimasukkan ke dalam tabung mikrosentrifus steril dan kemudian disentrifugasi pada 5.000 rpm selama 15 menit. Supernatan hasil sentrifugasi dipindahkan ke tabung mikrosentrifus yang lain dan kemudian disaring menggunakan mikrofilter 0,2  $\mu$ m. Larutan standar asam laktat 100 mM diinjeksi ke HPLC dan setelah injeksi tersebut supernatan hasil sentrifugasi diinjeksikan ke HPLC. Konsentrasi sampel diketahui dengan rumus perhitungan:

$$\text{Kons. sampel} = \frac{\text{area sampel} \times \text{kons std}}{\text{area standar}}$$

$$\text{Produksi asam laktat} = \frac{\text{mol asam laktat}}{\text{mol substrat}}$$

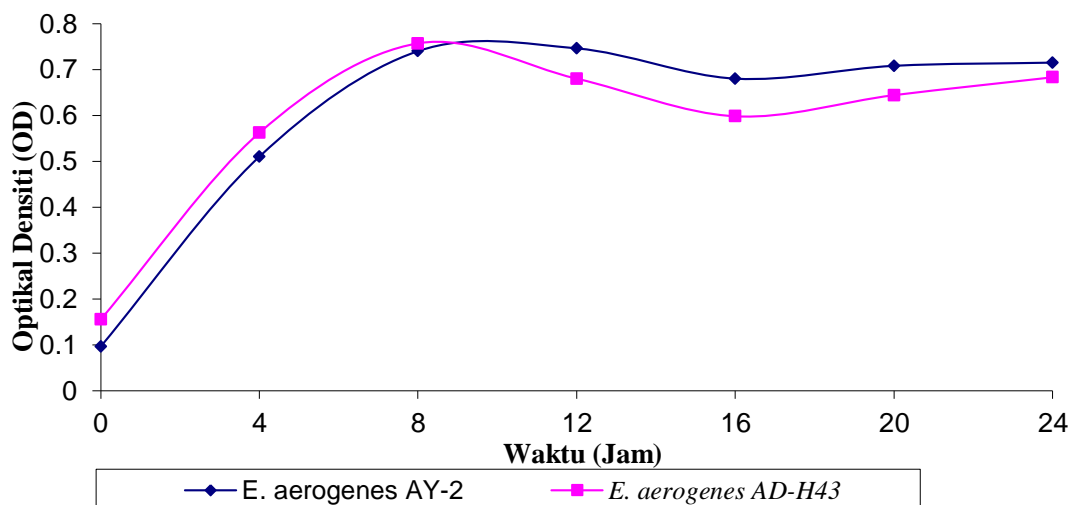
### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Kurva Pertumbuhan mutan *Enterobacter aerogenes* AY-2 dan mutan ganda *E.aerogenes* AD-H43

Menurut Harley (2005) kurva pertumbuhan dapat memperlihatkan empat tahapan pertumbuhan, yaitu fase lag, fase log (fase logaritmik/eksponensial), fase stasioner, dan fase kematian (*death phase*). Fase lag dan fase log pada Gambar 1 terjadi pada jam ke-0 sampai jam ke-8. Fase stasioner dimulai setelah jam ke-8 dan pada jam ke-48 dianggap sel telah mengalami

fase kematian Fase kematian tidak dapat diamati, karena pengamatan kurva pertumbuhan dilakukan dengan metode spektrofotometer. Menurut McKanne dan Kandel (1996), kelemahan metode spektrofotometer adalah tidak dapat mengamati jumlah sel yang hidup dan mati

Pengukuran OD *E. aerogenes* AD-H43 dilakukan pada  $\lambda = 680$  nm. Hal tersebut berdasarkan Rachman (2001) yang telah melakukan pengukuran OD pada *E. aerogenes* AY-2. Nakashimada *et al* (2002) juga menggunakan  $\lambda = 680$  nm untuk mengukur OD *E. aerogenes* HU-101. Gambar 1 menunjukkan bahwa *Enterobacter aerogenes* AD-H43 dan *E. aerogenes* AY-2 membutuhkan waktu 8 dan 12 jam untuk mencapai akhir fase log. Akhir fase log adalah kondisi pada kurva pertumbuhan saat bakteri mencapai jumlah maksimal dan aktif melakukan metabolisme. Penentuan kecepatan tumbuh dan waktu bakteri melakukan proses metabolisme juga dapat diketahui dengan melihat nilai dari *spesifik rods*( $\mu$ ). Rumus dari  $\mu = \tan \alpha = \frac{\text{nilai OD akhir fase log}}{\text{waktu pada saat akhir fase log}}$ . Sehingga diperoleh nilai  $\mu$  dari *E. aerogenes* AD-H43 =  $0.09 \text{ j}^{-1}$ , Berdasarkan data tersebut diketahui bahwa fase log *E. aerogenes* AY-2 lebih lama dari *E. aerogenes* AD-H43. Hal tersebut yang menjadi pertimbangan dalam penentuan saat inokulasi.



Gambar 1. Kurva Pertumbuhan Bakteri Mutan Ganda *E. aerogenes* AD-H43 dan *E. aerogenes* AY-2

Nilai  $\mu$  yang semakin besar dari *E. aerogenes* AD-H43 berarti bahwa mutasi menggunakan EMS pada *E. aerogenes* AY-2 memberikan efek terjadi perubahan pada bentuk koloni maupun fisik bakteri selain itu juga memungkinkan terjadi perubahan DNA yang lebih tinggi dari gen pengkode laktat dehidrogenase akibat alkilasi yang diakibatkan oleh gugus etil pada EMS. Menurut Meuth & Arrand (1982), mutasi menggunakan EMS dapat menyebabkan kesalahan pemasangan basa (*mispairing*), sehingga terjadi transisi basa GT menjadi AT pada replikasi DNA.

*Enterobacter aerogenes* termasuk ke dalam kelompok yang sama dengan *Escherichia coli* (*E. coli*) dalam penggolongan beberapa genus bakteri, sehingga dapat dianggap mewakili beberapa karakter *E. aerogenes*. Beberapa bakteri, seperti *E. coli* memiliki enzim O<sup>6</sup>-alkilguanin-DNA alkiltransferase (AGT atau MGMT) yang dapat memperbaiki kerusakan akibat alkilasi EMS (Margison *et. al*, 2003, Mishina, 2005). Enzim alkiltransferase merupakan *suicide enzyme* dan bersifat *irreversible*. Enzim tersebut, setelah memperbaiki satu basa guanin yang teralkilasi tidak dapat digunakan lagi dan akan dihancurkan oleh sel (Twyman, 1998, Faibanks dan Andersens, 1999). Apabila kerusakan DNA akibat alkilasi oleh EMS terjadi pada banyak basa guanin gen tersebut, maka mekanisme perbaikan hanya dapat memperbaiki sebagian kecil basa yang telah teralkilasi. Hal tersebut dapat menyebabkan kemungkinan bakteri termutasi pada gen pengkode laktat dehidrogenase akan semakin besar.

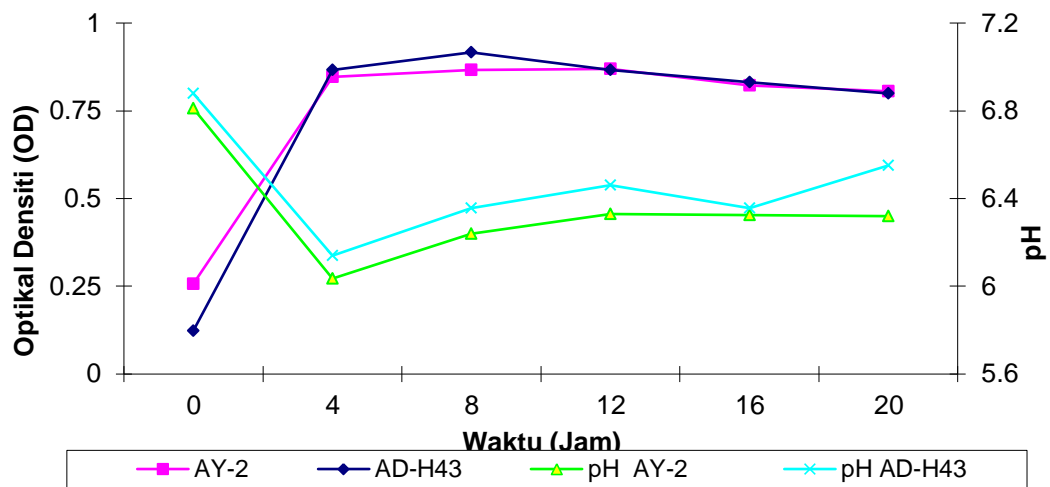
### Fermentasi dengan substrat gliserol murni dalam fermentor BSTR

Fermentasi dengan substrat gliserol murni dilakukan untuk mengetahui kerja *E. aerogenes* AD-H43 dalam substrat gliserol murni dalam memproduksi  $H_2$  serta untuk mengetahui kenaikan produktivitas dari *E. aerogenes* AD-H43 pada skala lebih besar. Kecepatan produksi  $H_2$  pada kedua bakteri dengan substrat gliserol mencapai optimum pada jam ke 8, tetapi kecepatan produksi  $H_2$  mutan ganda AD-H43 lebih tinggi dari *wild*

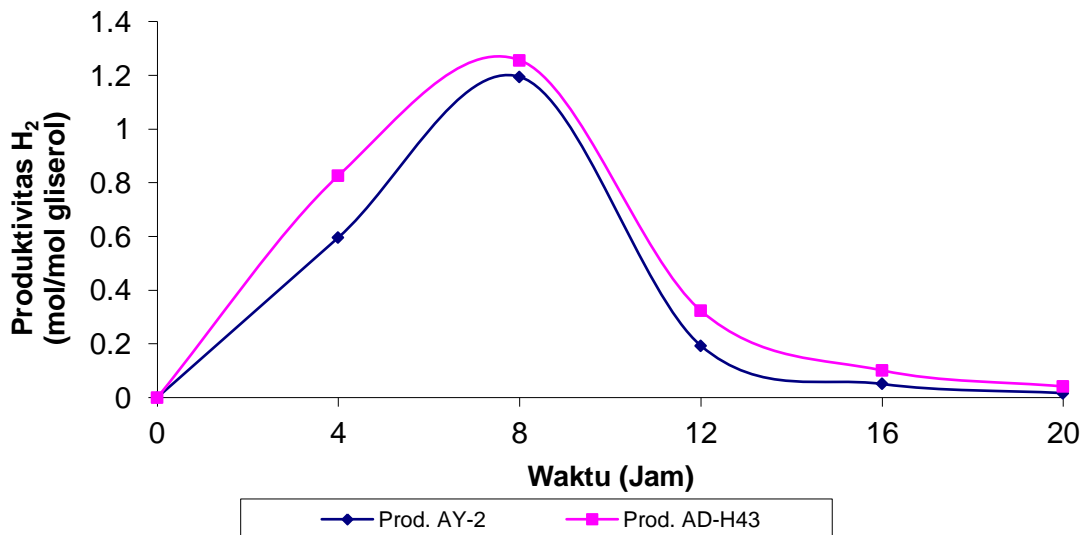
*typenya*. Hal tersebut terjadi karena efek dari mutasi yang berakibat pada kecepatan pertumbuhan bakteri untuk mencapai fase log. Dimana fase tersebut kondisi bakteri mencapai jumlah maksimal dan aktif melakukan metabolisme. Ito *et.al* (2005) menyatakan bahwa sumber karbon gliserol murni dapat digunakan untuk produksi  $H_2$ . Produksi  $H_2$  dan metabolit lain seperti asam laktat oleh mutan ganda *E. aerogenes* AD-H43 berbeda dengan mutan *E. aerogenes* AY-2 dimana mutan ganda *E. aerogenes* AD-H43 memproduksi  $H_2$  lebih tinggi dibandingkan mutan *E. aerogenes* AY-2 tetapi produksi asam laktat rendah.

Perlakuan mutasi diduga berpengaruh pada mutan ganda *E. aerogenes* AD-H43 sehingga menyebabkan bakteri tersebut melakukan perubahan yang berdampak pada perubahan pada produksi  $H_2$  dan asam laktat yang dihasilkan. Salah satu perubahan yang diduga dilakukan mutan ganda *E. aerogenes* AD-H43 adalah cenderung melakukan metabolisme piruvat menjadi  $H_2$  dan asam laktat.

Dari Gambar 2 dapat disimpulkan bahwa OD mutan ganda *E. aerogenes* AD-H43 tertinggi pada jam ke-8 dan pada mutan *E. aerogenes* AY-2 pada jam ke-12 hal tersebut menunjukkan bahwa pada jam ke-8 mutan ganda *E. aerogenes* AD-H43 mencapai pertumbuhan yang maksimal sehingga melakukan proses produksi metabolit seperti  $H_2$  mencapai jumlah terbanyak pada jam tersebut. Pada saat OD tinggi maka diikuti dengan penurunan pH sehingga terjadi produktivitas  $H_2$  yang cukup tinggi juga. Penurunan pH yaitu dari pH 6.8 menjadi 6.14 terjadi karena pada waktu produksi  $H_2$  juga diikuti dengan produksi asam-asam organik sehingga reaksi menjadi asam. Singleton dan Sainsbury (1981) mengatakan bahwa dalam setiap jalur fermentasi, akan terjadi keseimbangan pembentukan produk yaitu apabila suatu produk dibentuk berlebih maka akan disertai dengan penurunan produk lain.



Gambar 2. Kurva Hubungan Optical Density (OD) terhadap pH dan Waktu *E. aerogenes* AD-H43 dan *E. aerogenes* AY-2 dengan Substrat Gliserol



Gambar 3. Kurva Hubungan Produktivitas  $H_2$  dengan Waktu pada Fermentasi dengan Substrat Gliserol dalam Fermentor BSTR

Pada Gambar 3 terlihat bahwa produktivitas  $H_2$  tertinggi terletak pada jam ke-4 sampai ke-8, pada mutan ganda AD-H43 pada jam ke-4 sudah menghasilkan  $H_2$  yang cukup tinggi sehingga diperkirakan mutan ganda AD-H43 menghasilkan  $H_2$  pada jam ke-2 sama seperti pada AY-2 tetapi berbeda dalam kecepatannya. Pada penelitian ini mutan ganda AD-H43 menghasilkan kecepatan pembentukan 8.53

mmol/L.jam sedangkan AY-2 7.16 mmol/L.jam

Pembentukan metabolit seperti asam laktat yang berkurang diduga menyebabkan  $NADH_2$  dalam sel bertambah karena  $NADH_2$  tersebut tidak mengalami oksidasi menjadi  $NAD$ .  $NADH_2$  tersebut diduga digunakan oleh enzim hidrogenase untuk diubah menjadi  $H_2$ . Menurut Nakashimada *et.al* (2002),  $H_2$  dapat diproduksi dari kelebihan  $NADH_2$ . Produksi

$H_2$  oleh hidrogenase melalui oksidasi  $NADH_2$  tersebut diduga menguntungkan bagi *E. aerogenes* karena memperlancar reaksi reduksi-oksidasi dalam sel. Mutan ganda *E. aerogenes* AD-H43 memproduksi  $H_2$  sebesar 3.14 mol/mol gliserol sedangkan mutan *E. aerogenes* AY-2 hanya memproduksi  $H_2$  sebesar 2.65 mol/mol gliserol, atau mengalami kenaikan sebesar 18 % dibandingkan *E. aerogenes* AY-2 sedangkan untuk produksi asam laktatnya terjadi penurunan 33%. Berdasarkan hasil tersebut dapat diasumsikan bahwa mutan ganda *E. aerogenes* AD-H43 mengalami defisiensi laktat dehidrogenase. Menurut Nakashimada *et.al* (2002) pembentukan asam laktat, etanol, dan 2,3 Butandiol melibatkan oksidasi NADH berperan dalam produksi  $H_2$ . Senyawa NADH yang tidak digunakan sebagai koenzim dalam pembentukan asam laktat akan berinteraksi dengan enzim hidrogenase dan ferredoksin yang tereduksi sehingga menghasilkan  $H_2$  ( $2NADH \rightarrow FdH_2 \rightarrow H_2$ )

Dari hasil penelitian diperoleh bahwa kenaikan  $H_2$  pada skala lebih besar tidak mengalami kenaikan sebesar 20% seperti pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Said (2007) pada skala vial botol, selain kenaikan produksi  $H_2$  juga terjadi penurunan produksi asam laktat. Hal tersebut juga memberikan informasi bahwa perlakuan mutasi menggunakan EMS memberikan efek mutasi sehingga terjadi perubahan jalur metabolisme pada *E. aerogenes* AY-2 dengan memproduksi asam laktat lebih rendah dari sebelumnya. perubahan produksi tersebut diduga karena adanya perubahan basa pada gen pengkode laktat dehidrogenase, sehingga menyebabkan penurunan aktivitas enzim laktat dehidrogenase. Mutan ganda *E. aerogenes* AD-H43 merupakan bakteri yang potensial dalam pengembangan bioenergi masa depan.

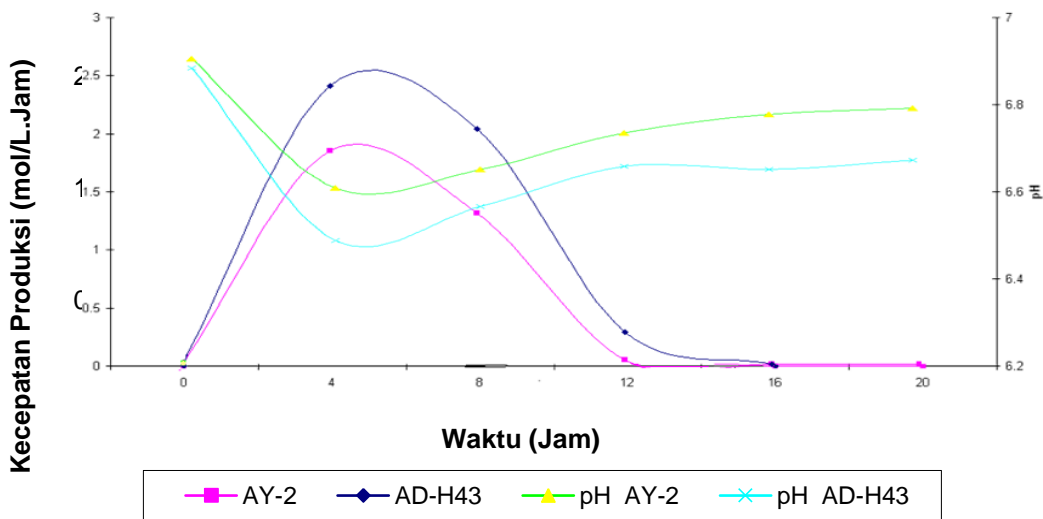
### **Fermentasi dengan substrat Limbah Biodiesel dalam fermentor BSTR**

Produksi  $H_2$  dalam fermentor menggunakan substrat limbah biodiesel

dilakukan untuk mengetahui perbandingan kecepatan produksi  $H_2$  dan produktivitas antara *E. aerogenes* AY-2 dan *E. aerogenes* AD-H43. Selain itu juga sebagai awal peningkatan skala produksi  $H_2$  menggunakan *E. aerogenes* AD-H43 setelah produksi pada skala botol. Produksi tersebut dilakukan untuk mengetahui berapa kenaikan *yield*  $H_2$  yang dihasilkan mutan ganda *E. aerogenes* AD-H43.

Hasil penelitian (Gambar 4) menunjukkan bahwa kecepatan produksi  $H_2$  terus mengalami kenaikan hingga jam ke-4 kemudian mulai turun pada jam ke-8 sampai jam ke-20 hingga gas yang dihasilkan habis. Pada kedua bakteri kecepatan pembentukan tertinggi pada jam 4 tetapi berbeda mutan ganda AD-H43 lebih tinggi dari AY-2. Kenaikan produksi  $H_2$  diikuti dengan penurunan pH hal ini disebabkan adanya reaksi yang bersuasana asam pada waktu fermentasi mencapai waktu yang optimum untuk bakteri menghasilkan metabolit seperti  $H_2$  dan asam-asam organik.

Hasil fermentasi selama 20 jam (Gambar 4) mengindikasikan bahwa *E. aerogenes* mampu memanfaatkan lebih dari satu sumber karbon untuk memproduksi  $H_2$ . Pemanfaatan tersebut terlihat dari kecepatan produksi yang mencapai maksimal pada jam ke-4 dan kemudian menurun pada jam ke-8 hingga akhir jam ke-16. Penurunan tersebut kemungkinan mutan ganda AD-H43 memproduksi  $H_2$  secara optimum hanya sampai jam ke-8 setelah itu mutan ganda AD-H43 memproduksi metabolit lain selain  $H_2$ . Menurut Nishio dan Nakashimada (2004), *E. aerogenes* mampu memanfaatkan beberapa sumber karbon seperti gliserol, glukosa, fruktosa, sukrosa, manitol, dan sorbitol untuk memproduksi  $H_2$ . *Enterobacter aerogenes* diduga mampu memanfaatkan lebih dari satu sumber karbon dalam limbah biodiesel untuk produksi  $H_2$  karena limbah biodiesel adalah limbah yang kaya akan bahan organik seperti karbohidrat, protein, lipid, dan asam nukleat.



Gambar 4. Kurva Hubungan Kecepatan Produksi  $H_2$  dengan pH dan waktu Fermentasi dengan Substrat Limbah Biodiesel dalam Fermentor BSTR

*Enterobacter aerogenes* diduga memanfaatkan gliserol lebih dahulu dan kemudian memanfaatkan sumber karbon lain yang lebih kompleks untuk memproduksi  $H_2$ . Judoamidjojo *et. al.* (1990) menyatakan bahwa dalam substrat yang kompleks, bakteri dapat memanfaatkan lebih dari satu substrat untuk pertumbuhan dengan terlebih dahulu memanfaatkan substrat yang paling sederhana.

Pengukuran terhadap produk lain juga dilakukan tetapi hanya pada pengaruh asam laktat terhadap produksi  $H_2$ . Dari hasil penelitian didapat bahwa dengan bertambahnya atau semakin tinggi produksi  $H_2$  mutan ganda AD-H43 berpengaruh pada produksi asam laktat, hal ini disebabkan pengaruh mutagen EMS pada *E. aerogenes* AY-2 sehingga menyebabkan mutasi acak pada basa-basa DNA, sehingga mempengaruhi aktivitas enzim serta metabolit yang dihasilkan pada setiap mutan guna menjaga reaksi oksidasi dalam metabolisme.

Hasil penelitian memberikan informasi bahwa *yield*  $H_2$  0.98 mol/mol gliserol dan *E. aerogenes* AY-2 hanya 0.85 mol/mol gliserol atau terjadi kenaikan sekitar 15 %.

#### Fermentasi dengan substrat limbah biodiesel yang dipurifikasi

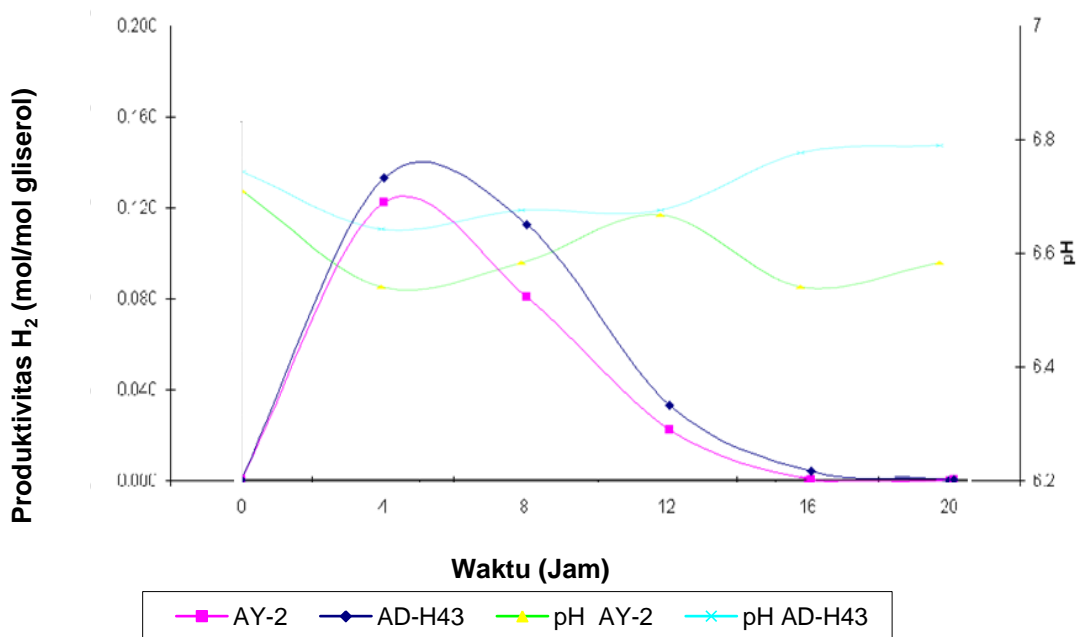
Fermentasi dengan substrat limbah biodiesel yang dipurifikasi dilakukan untuk mengetahui produktivitas  $H_2$  yang dihasilkan oleh mutan ganda *E. aerogenes* AD-H43 dan mutan *E. aerogenes* AY-2, kemudian membandingkan dengan produktivitas  $H_2$  yang dihasilkan oleh kedua bakteri pada substrat limbah biodiesel tanpa purifikasi. Seperti diketahui produksi  $H_2$  dengan substrat limbah biodiesel tanpa purifikasi diduga masih kurang optimum karena kandungan gliserol dalam limbah biodiesel tersebut masih terikat dengan katalis sisa proses pembuatan biodiesel. Salah satu perlakuan terhadap limbah biodiesel yang dapat mengikat katalis yang masih ada dalam limbah biodiesel sehingga didapat gliserol lebih murni yaitu dengan cara purifikasi.

Hasil penelitian menggunakan limbah biodiesel yang dipurifikasi (Gambar 5) terlihat produktivitas  $H_2$  yang dihasilkan mutan ganda AD-H43 lebih tinggi dari mutan AY-2 yaitu 0.89 mol/mol gliserol pada *E. aerogenes* AY-2 dan 0.98 mol/mol gliserol pada *E. aerogenes* AD-H43. Sedangkan kalau dibandingkan dengan substrat limbah biodiesel tanpa purifikasi nilai produktivitasnya lebih tinggi walaupun pola grafiknya sama yaitu mencapai optimum pada jam ke-4 sampai jam ke-8.

Pada fermentasi menggunakan substrat limbah biodiesel yang dipurifikasi (Gambar 5) terlihat bahwa dengan menurunnya produksi  $H_2$  pada kedua bakteri terjadi kenaikan pH dengan dipurifikasi kandungan gliserol dalam limbah biodiesel semakin murni sehingga dihasilkan  $H_2$  dengan *yield* yang tinggi.

Pada fermentasi dengan substrat ini juga dilakukan juga pengukuran asam organik selain asam laktat. Dari hasil

pengukuran dengan menggunakan GCMS didapatkan asam organik yang ada dalam jalur metabolisme dari data tersebut disimpulkan bahwa asam-asam organik yang dihasilkan mutan ganda AD-H43 seperti Etanol, 1,3 propandiol, meningkat hal ini disebabkan oleh efek dari EMS yang memblok jalur pembentukan asam laktat sehingga  $H^+$  hasil oksidasi NADH membentuk alkohol grup yang penting bagi oksidasi *E. aerogenes*.



Gambar 5. Kurva Hubungan Waktu, pH dan Produktivitas  $H_2$  pada Fermentasi Dengan Substrat Limbah Biodiesel Purifikasi

Tabel 1. Perbandingan Produksi  $H_2$  Mutan *E. aerogenes* AY-2 dan Mutan Ganda *E. aerogenes* AD-H43

Substrat	Produksi $H_2$ dengan mikroorganisme	
	<i>E. aerogenes</i> AY-2 (mol/mol gliserol)	<i>E. aerogenes</i> AD-H43 (mol/mol substrat)
Gliserol	2.65	3.14
Limbah Biodiesel	0.85	0.98
Limbah Biodiesel Purifikasi	0.89	0.98

Dari Tabel 1 terlihat produksi  $H_2$  dengan substrat Gliserol murni lebih tinggi dibandingkan limbah biodiesel dan limbah biodiesel purifikasi. Menurut Ito *et.al* (2004) produksi menggunakan limbah biodiesel lebih rendah dari menggunakan gliserol murni pada konsentrasi yang sama. Produksi  $H_2$  yang lebih tinggi pada gliserol disebabkan gliserol merupakan substrat tunggal sehingga *E. aerogenes* dapat memanfaatkan substrat tersebut dengan optimum untuk menghasilkan  $H_2$ , sedangkan pada limbah biodiesel lebih rendah karena dalam limbah tersebut masih terdapat substrat kompleks. Judoamidjojo *et. al* (1990) menyatakan bahwa dalam substrat yang kompleks, bakteri dapat memanfaatkan lebih dari satu substrat untuk pertumbuhan dengan terlebih dahulu memanfaatkan substrat yang paling sederhana.

Oleh sebab limbah biodiesel merupakan substrat kompleks maka pada waktu fermentasi mutan ganda *E. aerogenes* AD-H43 sebelum menggunakan substrat tersebut secara maksimal untuk produksi  $H_2$ , bakteri tersebut telah mencapai fase kematian. Sedangkan pada limbah biodiesel yang dipurifikasi masih lebih rendah dari gliserol murni karena substrat tersebut masih belum murni benar sehingga kemungkinan masih ada kandungan selain gliserol yang dapat menghambat produksi  $H_2$ . Pada tabel tersebut juga terlihat produksi  $H_2$  oleh mutan ganda *E. aerogenes* AD-H43 lebih tinggi karena terjadi perubahan jalur metabolisme akibat mutasi dengan EMS sehingga memproduksi asam laktat lebih rendah. Penurunan produksi tersebut diduga karena adanya perubahan basa pada gen pengkode laktat dehidrogenase, sehingga menyebabkan penurunan aktivitas enzim laktat dehidrogenase (Said, 2007).

### KESIMPULAN

*Enterobacter aerogenes* AD-H43 memiliki spesifik rods yang besar dari *wild typenya* hal ini mengakibatkan waktu untuk melakukan proses metabolisme lebih cepat dari *Enterobacter aerogenes* AY-2. Produksi  $H_2$  dalam substrat limbah biodiesel tidak dipurifikasi dan limbah

biodiesel yang dipurifikasi menggunakan mutan ganda *Enterobacter aerogenes* AD-H43 pada skala fermentor BSTR terjadi peningkatan kapasitas  $H_2$  dengan diikuti penurunan produksi asam laktat.

### DAFTAR PUSTAKA

- Fairbank, D.J & W.R Andersen. 1999. *Genetic; the continuity of life*. Wadsworth Publishing Company, London.
- Harley, J. P. 2005. *Laboratory exercise in microbiology*. 6th ed. McGraw Hill Companies, Inc. , New York.
- Judoamidjojo, M., A.A. Darwis & E.G. Sa'id. 1990. *Teknologi fermentasi*. Rajawali Pers, Jakarta.
- Meuth, M & J.E. Arrand. 1982. Alteration of gene structure in Ethyl Methane Sulfonate- induced mutants of mammalian cells. *Mol. Cell. Biol.* 2: 1459-1462
- Mishina, Y., E.M. Duguid & Chuan He. 2006. *Direct reversal of alkylolation damage*. Januari: 18 hlm  
<http://he-group.uchicago.edu/chem%20Review.pdf>, 25 juli 2006
- McKanne, I. & J. Kandel. 1996. *Microbiology: Essentials & application*. 2<sup>nd</sup> ed. McGraw Hill Companies, Inc. , New York.
- Miller, T.L. & M.J. Wolin. 1974. *A serum bottle modification of the hungate technique for cultivating obligate anaerobes*. *Applied Microbiology* 27(5): 985--987.
- Nakashimada, Y., M.A. Rachman, T. Kakizono & N. Nishio. 2002. Hydrogen production of *Enterobacter aerogenes* altered by extracellular and intracellular redox state. *Int. J. Energy*. 27 : 1399-1405.

- Ngan, M. A., S. Tanisho, M. Marimoto & S. Yoshino. 2004. *Development of conversion technology of biomass into bioenergy*. Maret 2004. [http://www.nedo.go.jp/english/archives/170117/pdf/H-02Y\\_E.pdf](http://www.nedo.go.jp/english/archives/170117/pdf/H-02Y_E.pdf). 20 Mei 2005.
- Ngundiwaluyo, S. dan Amos . 1996. Hidrogen sebagai alternative energi. *Majalah BPPT*.65 (5): 134-138.
- Nishio, N. & Y. Nakashimada. 2004. High rate production of hydrogen/methane from various substrat and waste. *Advanced Biochemical Engineering Biotechnology*. 90: 63--87.
- Rachman, M.A. 2001. Hubungan antara pH kultur dan aktivitas hidrogenase pada produksi  $H_2$  mutan *Enterobacter aerogenes*. *Jurnal Hayati* 8(1): 15-17.
- Rachman M.A., Y. Furutani, Y Nakashimada, T. Kakizono, and N. Nishio. 1997. Enhanced hydrogen production in altered mixed acid fermentation of glucose by *Enterobacter aerogenes*. *J. of Ferm. And Bioeng.* 83: 358-363.
- Said, A., 2007. *Perlakuan Ethyl Methane Sulfonate(EMS) pada Enterobacter aerogenes untuk Peningkatan Produksi Gas Hidrogen ( $H_2$ )*.Skripsi. Departemen Biologi FMIPA UI, Depok.
- Sang-Eun Oh, S. Van Ginkel &B.E. Logan. 2003. *Relativeness of pH control and heat treatment for enhancing biohydrogen gas production* . *Enviromental Science & Tecnology*
- Singleton, P. & D. Sainsbury .1981. *Introduction to bacteria*. John Wiley & sons, Chichester.
- Sardjoko. 1991. *Bioteknologi: latar belakang dan beberapa penerapannya*. PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Twyman, R.M. 1998. *Advanced molecular biology: A concise reference*. Bioscientific Publisher, New York.

# **AKTIVITAS ANTIBAKTERI INFUSA DAUN LIDAH BUAYA (*Aloe vera* L) TERHADAP PERTUMBUHAN *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli***

Yuni Widyastuti, Nia Yuliani\*, I Gusti Ayu Manik W  
Program Studi Biologi FMIPA Universitas Nusa Bangsa Bogor  
Jl. KH. Sholeh Iskandar KM 4 Cimanggu Tanah Sareal Bogor 16166  
\*email : niayuliani0412@gmail.com

## **ABSTRACT**

### ***Antibacterial Activity of Infused Aloe Vera Leaf (*Aloe Vera* L) on Growth Of *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli****

*Disinfectants may act as antibacterials. Aloe vera (*Aloe vera* L) is one of the plants that is often used by the community as a medicinal plant that has many active compounds such as lignin, saponin and anthraquinone substances that act as antibacterial. This study aims to determine the antibacterial activity of Aloe vera leaf extracted with infusa method on the growth of *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* bacteria. The research method is to see the reduction / reduction of bacterial count (% reduction) after 30 second and 60 second with disc diffusion method. The results showed decrease or decrease of bacteria count (% reduction) to *Escherichia coli* bacteria found in aloe leaf skin infected by 28,2% after 60 seconds. While decrease or decrease of bacteria amount (% reduction) to *Staphylococcus aureus* bacteria infusa mixture of meat and skin of Aloe vera leaves of 27.5% after 60 seconds. Antibacterial test of aloe vera leaf aloe (*Aloe vera*L) of 100% concentration by disc diffusion method did not show any inhibition zone around cultures of test bacteria.*

*Keywords: Aloe vera, antibacterial activity, Staphylococcus aureus, and Escherichia coli, Infusa.*

## **ABSTRAK**

Desinfektan dapat berfungsi sebagai antibakteri. Lidah buaya (*Aloe vera* L) merupakan salah satu tanaman yang sering digunakan masyarakat sebagai tanaman obat yang memiliki banyak senyawa aktif seperti lignin, saponin dan antrakuinon yaitu zat yang berfungsi sebagai antibakteri. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui aktivitas antibakteri daun lidah buaya (*Aloe vera* L) yang diekstrak dengan metode infusa terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. Metode penelitian yaitu dengan melihat penurunan/pengurangan jumlah bakteri (% reduksi) setelah waktu 30 detik dan 60 detik dengan metode difusi cakram. Hasil penelitian menunjukkan penurunan atau pengurangan jumlah bakteri (% reduksi) terhadap bakteri *Escherichia coli* terdapat pada infusa kulit daun lidah buaya yaitu sebesar 28,2 % setelah waktu 60 detik. Sedangkan penurunan atau pengurangan jumlah bakteri (% reduksi) terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* terdapat pada infusa campuran daging dan kulit daun lidah buaya yaitu sebesar 27,5 % setelah waktu 60 detik. Uji antibakteri infusa daun lidah buaya (*Aloe vera*L) konsentrasi 100% dengan metode difusi cakram tidak menunjukkan adanya zona penghambatan disekitar biakan bakteri uji.

Kata kunci : Lidah buaya, Aktivitas antibakteri, *Staphylococcus aureus*, dan *Escherichia coli*, Infusa.

## **PENDAHULUAN**

Bakteri merupakan makhluk hidup mikroskopik yang memiliki peran besar dalam kehidupan di bumi. Bakteri dapat ditemukan di hampir semua tempat ; di tanah, air, udara, dalam simbiosis dengan organisme lainnya maupun sebagai parasit (penyebab penyakit), bahkan dalam tubuh manusia. Beberapa kelompok bakteri dikenal sebagai agen penyebab infeksi dan

penyakit, sedangkan kelompok lainnya dapat memberikan manfaat dibidang pangan, pengobatan dan industri (Pelczar, 1986).

Bakteri yang ada di sekitar kita dapat menyebabkan penyakit tetapi ada pula yang sangat penting bagi kehidupan manusia seperti bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* yang merupakan bakteri flora normal (mikroflora normal) pada manusia. Bakteri

*Staphylococcus aureus* merupakan bakteri floranormal pada kulit dan selaput lendir manusia. *Staphylococcus aureus* dapat menjadi penyebab infeksi kerusakan pada kulit atau luka pada organ tubuh jika bakteri ini mengalahkan pertahanan tubuh (immunitas). Saat bakteri masuk ke peredaran darah bakteri dapat menyebar ke organ lain dan menyebabkan infeksi (Anwar, 2009 dalam Melki dkk., 2011).

*Escherichia coli* adalah kuman yang ditemukan di usus besar manusia sebagai floranormal. Bakteri ini dapat menyebabkan infeksi primer pada usus misalnya diare pada anak. Di dalam usus kuman ini tidak menyebabkan penyakit, tetapi dapat membantu fungsi normal dan nutrisi. Bakteri *Escherichia coli* menjadi patogen hanya bila mencapai jaringan di luar saluran pencernaan khususnya saluran air kemih, saluran empedu, paru – paru, peritonium, atau selaput otak, menyebabkan peradangan pada tempat – tempat tersebut (Jawetz, 1986).

Keberadaan bakteri yang hidup di bagian tubuh tertentu pada manusia mempunyai peran penting dalam mempertahankan kesehatan dan hidup secara normal. Tetapi bakteri tersebut juga dapat menimbulkan penyakit pada kondisi tertentu. Bakteri ini tidak bisa tembus (*non invasive*) dengan adanya hambatan-hambatan yang diperankan oleh lingkungan. Jika hambatan dari lingkungan dihilangkan dan bakteri masuk ke dalam jaringan atau aliran darah, bakteri ini mungkin menjadi patogen. Salah satu cara penghambatan terhadap bakteri ini adalah dengan penggunaan desinfektan yang berfungsi sebagai antibakteri (Jawetz, 1986).

Antibakteri merupakan zat yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri dan digunakan untuk mengobati infeksi. Antibakteri terdiri dari senyawa-senyawa aktif baik kimia sintetik atau produk alami yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri. Salah satu tumbuhan yang sering digunakan masyarakat sebagai tanaman obat adalah tanaman lidah buaya (*Aloe vera L*). Lidah buaya mempunyai kandungan zat gizi yang diperlukan tubuh dengan cukup lengkap, yaitu vitamin A, B, C, E, choline, inositol dan asam folat. Kandungan

mineralnya antara lain terdiri dari : kalsium (Ca), magnesium (Mg), potasium, sodium, besi (Fe), zinc (Zn), dan chromium (Cr). Beberapa unsur vitamin dan mineral tersebut dapat berfungsi sebagai pembentuk antioksidan alami, seperti vitamin A, vitamin C, vitamin E, magnesium, dan zinc. Daun lidah buaya segar mengandung enzim amilase, selulosa, carboxypeptidase dan lain-lain. Selain itu lidah buaya juga mengandung sejumlah asam amino arginin, asparagin, asam aspartat, alanin, serin, valin, glutamate, treonin, glisin, lisin, prolin, hisudin, leusin dan isoleusin. Daging daun lidah buaya juga memiliki banyak senyawa aktif seperti lignin, antrakuinon (yaitu zat yang berfungsi sebagai antibakteri) dan saponin (Jamal, 2015).

Berdasarkan latar belakang diatas maka perlu dilakukan penelitian yang bertujuan untuk menguji aktivitas antibakteri daun lidah buaya yang diekstrak dengan cara infundasi dalam mempengaruhi pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* dan bakteri *Staphylococcus aureus*.

## BAHAN DAN METODE

### Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah daun lidah buaya (*Aloe vera*) berasal dari kebun lidah buaya Atang Sandjaja (ATS) Bogor, bakteri *Escherichia coli* ATCC 8739 dan bakteri *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 yang diperoleh dari Biofarma, NaCl fisiologis 0,85%, Trypticase Soy Agar, Trypticase Soy Broth, Nutrient Agar dan aquadest.

Alat yang digunakan adalah tabung reaksi, gelas ukur, cawan petri, batang pengaduk, alat ukur berat, *water bath*, inkubator, pengukur waktu, pisau, sendok, corong pisah, mikropipet, *autoclave*, kertas saring, alat pencacah.

### Metode

#### 1. Determinasi Tanaman

Determinasi dilakukan untuk memastikan kebenaran bahan yang akan digunakan dalam penelitian. Determinasi dilakukan di Pusat Penelitian Biologi –

Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) di Cibinong, Bogor.

## 2. Teknik Pengambilan Sampel Lidah Buaya

Sampel daging daun lidah buaya yang digunakan diperoleh dari kebun lidah buaya Atang Sendjaja (ATS) Bogor. Daun lidah buaya yang digunakan adalah yang tua yaitu daun yang terletak paling bawah (daun 1 dan 2) yang diambil dari beberapa tanaman lidah buaya secara acak pada satu petak kebun lidah buaya dengan umur tanaman yang sama.

## 3. Infusa Lidah buaya

Lidah buaya dicuci, dikupas untuk diambil daging daunnya, kemudian ditimbang sebanyak 100 gram dan diletakkan dalam gelas ukur ukuran 1500 ml. Ditambahkan air sebanyak 1000 ml dan diletakkan ke dalam water bath dengan suhu 95° C selama 15 menit. Setelah itu, campuran yang masih panas disaring ke dalam gelas ukur dengan menggunakan corong kaca yang telah dilapisi kain kassa dan kertas saring. Cairan infus hasil penyaringan diupkan dalam water bath dengan suhu 95°C selama 120 menit sambil diaduk sesekali, sehingga cairan infus susut dari 1000 cc menjadi 100 cc dan diperoleh konsentrasi infus lidah buaya 100% (Iriano,2008).

## 4. Pembuatan Larutan Bakteri Uji (Dahlan & Arief F, 1990)

*Trypticase Soy Broth* disiapkan dalam tabung reaksi sebanyak 10 mL. Biakan murni bakteri uji pada agar miring NA diinokulasikan ke dalam media *Trypticase Soy Broth* dengan cara memipet satu ml *Trypticase Soy Broth* kemudian dimasukkan ke dalam biakan murni bakteri uji pada agar miring NA. Bakteri yang ada pada permukaan agar miring diemulsikan dengan menggunakan pipet atau ose sampai tidak ada lagi bakteri yang tertinggal pada permukaan agar miring. *Trypticase Soy Broth* yang terdapat pada tabung agar miring dimasukkan kembali ke dalam tabung reaksi yang berisi *Trypticase Soy Broth* dan prosedur ini di ulangi sampai

benar-benar tidak ada lagi mikroba yang tertinggal. Tabung yang telah berisi 10 ml *Trypticase Soy Broth* dan bakteri tersebut kemudian diinkubasikan pada suhu 37°C selama 24 jam. Kemudian dibuat seri pengenceran dengan NaCl fisiologis sampai pengenceran  $10^{-11}$  atau tergantung dengan populasi bakteri yang diduga. Sebanyak satu mL suspensi pada masing-masing pengenceran dipipet ke dalam cawan petri yang berisi media *Trypticase Soy Agar*. Cawan petri berisi media agar dan suspensi bakteri tersebut diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. Koloni yang tumbuh dihitung dan dicatat dalam satuan koloni/mL. Berdasarkan nilai koloni/mL hasil perhitungan, diperoleh jumlah bakteri sebagai berikut :

$$\textit{Staphylococcus aureus} = 8,0 \times 10^7 \text{ koloni/ml}$$

$$\textit{Escherichia coli} = 9,9 \times 10^6 \text{ koloni/ml.}$$

## 5. Uji Antibakteri (menurut AOAC, 2000)

Uji yang digunakan adalah menentukan adanya pengurangan atau penurunan jumlah bakteri setelah bakteri uji hasil perhitungan yang diperoleh di campur dengan infusa daun lidah buaya selama 30 detik dan 60 detik. Konsentrasi infusa lidah buaya disiapkan dalam tabung reaksi sebanyak 100 ml. Sebanyak satu ml larutan bakteri uji hasil perhitungan dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang berisi 100 ml infusa lidah buaya. Campur perlahan agar homogen, dari campuran tersebut dibuat pengenceran dari  $10^{-1}$  sampai  $10^{-6}$  dengan cara mengambil 1 ml campuran (ekstrak + bakteri) ditambah 9 ml NaCl fisiologis (= pengenceran  $10^{-1}$ ), dari pengenceran  $10^{-1}$  diambil 1 ml ditambah 9 ml NaCl fisiologis (= pengenceran  $10^{-2}$ ). Begitu selanjutnya sampai diperoleh pengenceran  $10^{-6}$ . Nyalakan pengukur waktu, setelah 30 detik, ambil 1 ml dari setiap pengenceran tadi kemudian diinokulasikan pada cawan petri yang berisi *Trypticase Soy Agar*. Setelah 60 detik kemudian ambil lagi 1 ml dan di inokulasi pada cawan petri yang berisi *Trypticase Soy Agar*. Diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam dalam inkubator. Dilihat ada tidaknya pertumbuhan koloni

pada setiap masing-masing pengenceran. Koloni yang tumbuh dicatat dan di hitung, hasil perhitungan dinyatakan dalam persen. Adanya penurunan atau pengurangan jumlah bakteri menandakan adanya pengaruh antibakteri daging daun lidah buaya terhadap pertumbuhan bakteri uji.

#### 6. Uji Antibakteri Metode Difusi Cakram (SNI,2008)

Satu ml larutan bakteri uji diinokulasikan ke dalam tabung yang berisi 100 ml Nutrient Agar yang bersuhu  $\pm 45^{\circ}$  C. Campurkan perlahan – lahan sampai homogen, kemudian dituangkan ke dalam cawan petri sebanyak 15 ml. Biarkan Nutrient Agar yang telah mengandung bakteri uji tersebut membeku. Setelah membeku diletakkan kertas cakram berdiameter 8 mm yang telah ditetesi infusa daging daun lidah buaya sebanyak 75 $\mu$ l di tengah-tengah cawan petri. Teteskan juga pada kertas cakram antibiotik kloramfenikol 125 mg/ml sebagai kontrol positif dan aquadest steril sebagai kontrol negatif. Simpan cawan petri dalam inkubator pada suhu 37 $^{\circ}$  C selama 24 jam. Aktifitas antibakteri dapat dilihat dengan terbentuknya zona hambat berupa daerah bening di sekitar kertas cakram pada cawan petri.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Determinasi Tanaman

Tanaman Lidah buaya hasil determinasi yang dilakukan di Pusat Penelitian Biologi LIPI cibinong Bogor, yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanaman Lidah buaya jenis *Aloe vera* (L) Burn.f. Daun yang digunakan adalah daun lidah buaya yang berdaging tebal dengan berat pelepah antara 0,5 – 1 kg, berwarna hijau keabu-abuan dan mempunyai lapisan lilin di permukaannya.

#### Infusa Lidah Buaya (*Aloe vera L*)

Hasil infusa lidah buaya (*Aloe vera L*) dari masing – masing bagian daun lidah buaya menimbulkan warna – warna yang berbeda. Infusa daging daun berwarna merah muda, infusa kulit daun berwarna hijau kekuningan, infusa campuran daging

dan kulit daun memberikan warna merah jingga. Perubahan warna yang terjadi pada infusa dimungkinkan disebabkan adanya pemanasan yang lama pada saat pembuatan infusa dan adanya sifat air yang dapat melarutkan zat warna pada tumbuhan atau juga karena terjadi oksidasi dan adanya pengaruh langsung sinar matahari. Gel atau daging lidah buaya bersifat koloidal seperti lendir, terutama jika pHnya mendekati basa (saat masih segar) bentuknya berupa gel sangat lekat, tetapi jika pHnya mendekati asam (saat daun layu) akan berubah wujud menjadi sol yang bersifat lebih encer seperti sirup. Penurunan kekentalan daging daun lidah buaya disebabkan karena adanya hidrolisa polisakarida oleh enzim yang masih mempunyai aktivitas tinggi dan diikuti oleh perubahan warna menjadi gelap. Daging (gel) lidah buaya memiliki sifat sangat mudah teroksidasi karena mengandung enzim oksidase sehingga gel akan berubah warna menjadi kuning hingga coklat. Kandungan asam organik dalam gel lidah buaya berubah – ubah tergantung kondisi penyimpanan daun lidah buaya. Adanya kuinon dan antrakuinon dalam daging lidah buaya dengan adanya cahaya akan menyebabkan perubahan warna menjadi kemerah-merahan dan akhirnya membentuk warna coklat. Perubahan warna ini dapat terjadi secara enzimatik dan non enzimatik. Pada daging daun lidah buaya proses oksidasi dengan adanya oksigen dapat juga menyebabkan terbentuknya aloin ( $C_{22}H_{22}O_9$ ) yang dikenal sebagai bahan kontaminator (Adha P.W, 2011). Ini merupakan hal yang tidak diharapkan dalam suatu pemeriksaan karena dapat menjadi bahan pengganggu.

#### Uji Antibakteri

Penurunan atau pengurangan jumlah bakteri (% reduksi) terhadap *Staphylococcus aureus* terlihat bahwa aktivitas antibakteri lebih banyak terdapat pada infusa campuran daging dan kulit daun lidah buaya dalam waktu 30 detik yaitu sebesar 17,5 % dan dalam waktu 60 detik sebesar 27,5 %.

Penurunan atau pengurangan jumlah bakteri (% reduksi) terhadap *Escherichia coli* dalam waktu 30 detik dan 60 detik

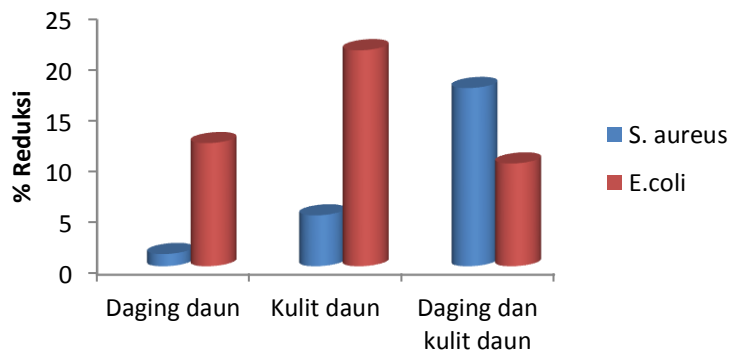
dapat dilihat Tabel 1 dan 2 serta Gambar 1 dan 2. Aktivitas antibakteri infusa terhadap *Escherichia coli* lebih banyak terdapat pada

infusa kulit daun lidah buaya yaitu sebesar 21,2 % dan dalam waktu 60 detik sebesar 28,3 %.

Tabel 1 .Hasil Uji Penurunan Bakteri (% Reduksi) Waktu 30 Detik

Sampel	Bakteri Uji	Hasil Uji						Total Bakteri	% Reduksi
		Pengenceran							
		-2	-3	-4	-5	-6	-7		
Infusa daging daun	<i>S. aureus</i>	Tbud	Tbud	Tbud	Tbud	79	10	$7,9 \times 10^7$	1,2
	<i>E. coli</i>	Tbud	Tbud	Tbud	87	7	0	$8,7 \times 10^6$	12,1
Infusa kulit daun	<i>S. aureus</i>	Tbud	Tbud	Tbud	Tbud	76	13	$7,6 \times 10^7$	5,0
	<i>E. coli</i>	Tbud	Tbud	Tbud	78	15	3	$7,8 \times 10^6$	21,2
Infusa daging & kulit	<i>S. aureus</i>	Tbud	Tbud	Tbud	Tbud	66	10	$6,6 \times 10^7$	17,5
	<i>E. coli</i>	Tbud	Tbud	Tbud	89	7	1	$8,9 \times 10^6$	10,1

Keterangan : Tbud = Tidak bisa untuk dihitung

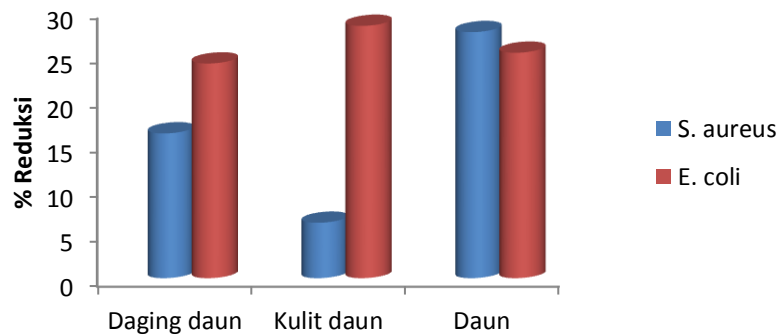


Gambar 1. % Reduksi Jumlah Bakteri *S. aureus* dan *E. coli* dalam 30 detik pada infusa daun lidah buaya

Tabel 2. Hasil Uji Penurunan Bakteri (% Reduksi) Waktu 60 Detik

Sampel	Bakteri uji	Hasil Uji						Total Bakteri	% Reduksi
		Pengenceran							
		-2	-3	-4	-5	-6	-7		
Infusa daging daun	<i>S. aureus</i>	Tbud	Tbud	Tbud	Tbud	67	7	$6,7 \times 10^7$	16,2
	<i>E. coli</i>	Tbud	Tbud	Tbud	75	11	2	$7,5 \times 10^6$	24,0
Infusa kulit daun	<i>S. aureus</i>	Tbud	Tbud	Tbud	Tbud	75	6	$7,5 \times 10^7$	6,2
	<i>E. coli</i>	Tbud	Tbud	Tbud	71	12	1	$7,1 \times 10^6$	28,3
Infusa daging & kulit	<i>S. aureus</i>	Tbud	Tbud	Tbud	Tbud	58	9	$5,8 \times 10^7$	27,5
	<i>E. coli</i>	Tbud	Tbud	Tbud	74	7	0	$7,4 \times 10^6$	25,2

Keterangan : Tbud = Tidak bisa untuk dihitung



Gambar 2. % Reduksi Jumlah Bakteri *S. aureus* dan *E. coli* dalam 60 detik pada infusa daun lidah buaya

Hasil penurunan jumlah bakteri (% reduksi) terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* diperoleh hasil bahwa pada pengujian dalam waktu 30 detik nilai terbesar terdapat pada sampel infusa campuran daging dan kulit daun lidah buaya yaitu sebesar 17,5 % pada pengenceran  $10^{-6}$  dan nilai terkecil terdapat pada infusa daging daun lidah buaya yaitu 1,2 % pada pengenceran  $10^{-6}$ . Sedangkan dalam waktu 60 detik penurunan jumlah bakteri (% reduksi)

terbesar adalah pada infusa campuran daging dan kulit daun lidah buaya sebesar 27,5 % pada pengenceran  $10^{-6}$  dan nilai terkecil adalah infusa kulit daun lidah buaya sebesar 6,2 % pada pengenceran  $10^{-6}$ . Hasil uji antibakteri pada *Escherichia coli* penurunan jumlah bakteri terbesar selama waktu 30 detik terjadi pada infusa kulit daun lidah buaya sebesar 21,2 % pada pengenceran  $10^{-5}$  dan terkecil pada infusa daun (campuran daging dan kulit) lidah

buaya sebesar 10,1% pada pengenceran  $10^{-5}$ . Sedangkan dalam waktu 60 detik penurunan jumlah bakteri *Escherichia coli* terdapat pada infusa kulit daun lidah buaya yaitu sebesar 28,3 % pada pengenceran  $10^{-5}$  dan yang terkecil pada infusa daging daun lidah buaya yaitu 24.0% pada pengenceran  $10^{-5}$ .

Secara umum berdasarkan hasil uji antibakteri daun lidah buaya menurut metode AOAC (tahun 2000) dengan melihat penurunan jumlah bakteri, infusa bagian dari daun lidah buaya yang mempunyai potensi antibakteri adalah terletak pada bagian kulit daun dan pada daun ( campuran kulit dan daging daun) lidah buaya. Lamanya waktu kontak antara bakteri uji dan ekstrak (infusa) lidah buaya pun mempengaruhi terjadinya penurunan jumlah bakteri. Semakin lama waktu kontak semakin besar nilai penurunan jumlah

bakteri yang terjadi. Hal ini juga berkaitan dengan jumlah mikroorganisme yang mempengaruhi kerja antibakterinya, artinya semakin banyak jumlah mikroorganisme yang ada maka makin banyak pula waktu yang diperlukan untuk membunuhnya (Pelczar,1988). Menurut standar AOAC 2000 nilai yang paling baik suatu zat antibakteri yang dapat digunakan sebagai desinfektan adalah 99,9 %. Konsentrasi terendah dari suatu antibakteri yang dapat membunuh 99,9 % bakteri disebut Konsentrasi Bakterisid Minimal (KBM) (Rachman, 2011). Dari hasil uji tersebut bila dibandingkan dengan nilai Konsentrasi Bakterisid Minimal (KBM) 99,9 %, ekstrak lidah buaya dengan metode infundasi mempunyai daya antibakteri yang sangat kecil. Perbandingan nilai tersebut dapat dilihat pada Tabel 3 dan 4.

Tabel 3. Perbandingan Konsentrasi Kandungan Zat Antibakteri Infusa Lidah Buaya Dengan Nilai KBM 99,9 % Terhadap Bakteri Uji Setelah 30 Detik

Sampel infusa lidah buaya	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Escherichia coli</i>
Daging daun	1,2 % : 99,9 % = 0,012 %	12,1 % : 99,9 % = 0,12 %
Kulit daun	5 % : 99,9 % = 0,05 %	21,2 % : 99,9 % = 0,21 %
Daun(daging&kulit daun)	17,5 % : 99,9 % = 0,17 %	10,1 % : 99,9 % = 0,10 %

Tabel 4. Perbandingan Konsentrasi Kandungan Zat Antibakteri Infusa Lidah Buaya Dengan Nilai KBM 99,9 % Terhadap Bakteri Uji Setelah 60 Detik

Sampel infusa lidah buaya	Bakteri <i>Staphylococcus aureus</i>	Bakteri <i>Escherichia coli</i>
Daging daun	16,2 % : 99,9 % = 0,16 %	24 % : 99,9 % = 0,24 %
Kulit daun	6,2 % : 99,9 % = 0,62%	28,2 % : 99,9 % = 0,28 %
Daun (daging&kulit daun)	27,5 % : 99,9 % = 0,27 %	25,2 % : 99,9 % = 0,25 %

Potensi daya antibakteri ekstrak daun lidah buaya dengan metode infundasi didapatkan hasil dalam jumlah sangat kecil (sedikit) karena pembuatan ekstrak dengan cara infundasi ini menggunakan pelarut air sebagai penyari zat aktif. Menurut Farmakope Indonesia menetapkan bahwa sebagai penyari adalah air, etanol, etanol-air atau eter. Air dipertimbangkan sebagai penyari karena murah dan mudah diperoleh, stabil, alamiah, tidak beracun, tidak mudah menguap dan tidak mudah terbakar. Tetapi kerugian penggunaan air sebagai penyari adalah air tidak selektif dalam menarik zat aktif, sari yang diperoleh dapat ditumbuhi kapang dan kuman serta cepat rusak, dan untuk pengeringannya perlu waktu lama. Air disamping melarutkan garam alkaloid, minyak menguap, glikosida, tanin dan gula, juga melarutkan gom, pati, protein, lendir, enzim, lilin, lemak, pektin, zat warna dan asam organik. Sehingga penggunaan air sebagai cairan penyari kurang menguntungkan, disamping zat aktif ikut tersari juga zat lain yang tidak diperlukan atau malah mengganggu proses pembuatan sari seperti gom, pati, protein, lemak, enzim, lendir dan lain – lain (Depkes RI,1979). Terbentuknya kontaminator dalam infusa lidah buaya juga memungkinkan menjadi salah satu faktor berkurangnya daya antibakteri dari infusa daun lidah buaya.

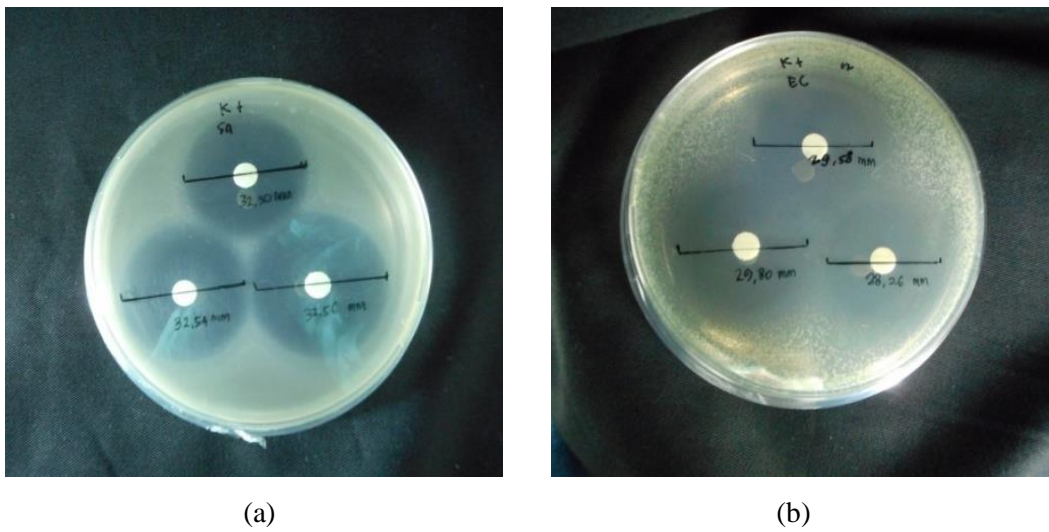
#### Uji Antibakteri Dengan Cara Difusi Cakram (SNL,2008)

Hasil uji antibakteri dengan metode difusi cakram infusa lidah buaya dari setiap bagian daun lidah buaya yaitu infusa daging daun lidah buaya, infusa kulit daun lidah buaya dan infusa campuran kulit dan daging daun lidah buaya tidak menunjukkan adanya zona hambatan pada biakan bakteri *Staphylococcus aureus* dan biakan bakteri *Escherichia coli*. Hasilnya tidak berbeda dengan kontrol negatif, sedangkan kontrol positif dengan antibiotik kloramfenikol 125 mg/ml menunjukkan zona rata – rata sebesar 32,27 mm pada biakan *Staphylococcus aureus* dan zona rata – rata sebesar 29,21 mm pada bakteri

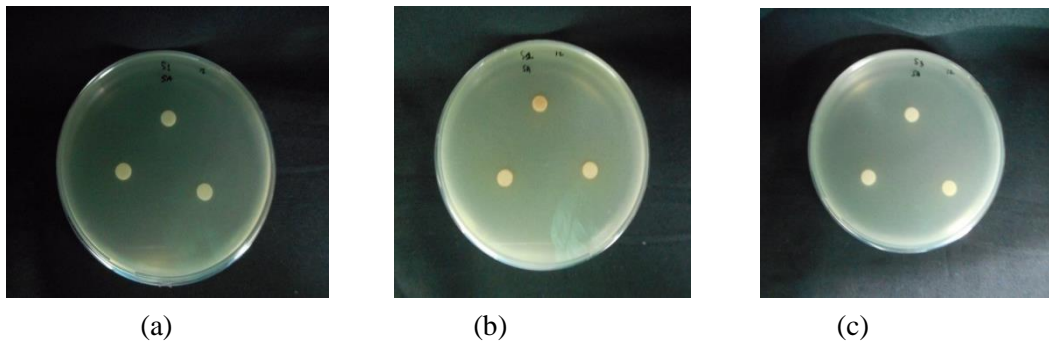
*Escherichia coli*. Hasil tersebut dapat dilihat pada Gambar 3, 4, 5.

Menurut penelitian Iriano (2008), hasil uji identifikasi fitokimia infusa lidah buaya ditemukan kandungan *antrakuinon*, *tanin* dan *fenol*. Antrakuinon dalam lidah buaya ternyata mampu berperan sebagai antibiotik yang bersifat bakteriostatik. Tanin dalam konsentrasi rendah mampu menghambat pertumbuhan bakteri, sedangkan pada konsentrasi tinggi mampu bertindak sebagai antibakteri dengan cara mengkoagulasi atau menggumpalkan protoplasma bakteri sehingga terbentuk ikatan yang stabil dengan protein bakteri (Amelia.L,2014). Uji antibakteri infusa lidah buaya terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dan bakteri *Escherichia coli* tidak menunjukkan adanya penghambatan pertumbuhan inokulum, yang ditandainya dengan tidak adanya zona bening yang terbentuk. Hal ini dapat disebabkan oleh banyaknya faktor yang berpengaruh terhadap zona hambatan yang dihasilkan pada metode difusi antara lain kecepatan difusi, sifat media agar yang digunakan, jumlah organisme yang diinokulasi, kecepatan tumbuh bakteri, konsentrasi bahan kimia, serta kondisi pada saat inkubasi sehingga diperlukan adanya standarisasi keadaan untuk memperoleh hasil yang dapat dipercaya (Anonim,2001 dlm Ariyanti NK dkk,2012).

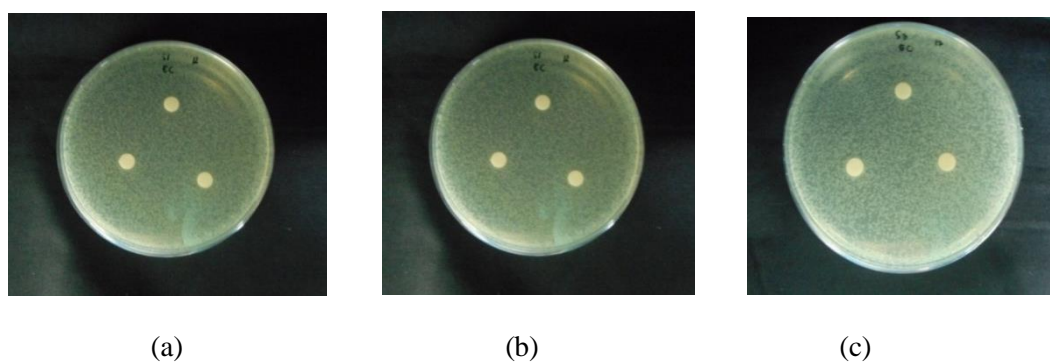
Adanya kelemahan penggunaan air sebagai cairan penyari dalam metode infundasi dapat menyebabkan zat aktif yang tertarik kemungkinan sebagian akan mengendap kembali apabila kelarutannya sudah mendingin (lewat jenuh), menyebabkan hilangnya zat – zat atsiri, dan adanya zat – zat yang tidak tahan panas lama, disamping itu simplisia yang mengandung zat albumin (protein), zat ini akan menggumpal dan menyulitkan penarikan zat – zat berkhasiat yang terdapat pada simplisia. Disamping itu adanya air akan mempercepat proses hidrolisa. Untuk memekatkan sari air dibutuhkan waktu dan bahan bakar lebih banyak biladibandingkan dengan etanol (Depkes RI,1979).



Gambar 3. Diameter zona hambat kloramfenikol terhadap (a) bakteri *Staphylococcus aureus* (b) bakteri *Escherichia coli*



Gambar 4. Hasil zona hambat terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* (a) infusa daging daun lidah buaya (b) infusa kulit daun lidah buaya (c) infusa daging&kulit daun lidah buaya



Gambar 5. Hasil zona hambat terhadap bakteri *Escherichia coli* (a) infusa daging daun lidah buaya (b) infusa kulit daun lidah buaya (c) infusa daging&kulit daun lidah buaya

## KESIMPULAN

Aktivitas antibakteri lebih banyak terdapat pada bagian kulit dan daun (daging serta kulit daun) lidah buaya. Penurunan atau pengurangan jumlah bakteri (% reduksi) terhadap bakteri *Escherichia coli* terdapat pada infusa kulit daun lidah buaya yaitu sebesar 28,2 % setelah kontak atau tercampur selama 60 detik antara infusa dengan bakteri uji *Escherichia coli*. Penurunan atau pengurangan jumlah bakteri (% reduksi) terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* terdapat pada infusa daun (daging & kulit daun) lidah buaya yaitu sebesar 27,5 % setelah kontak atau tercampur selama 60 detik antara infusa dengan bakteri uji *Staphylococcus aureus*. Uji antibakteri infusa daun lidah buaya dengan metode difusi cakram tidak menunjukkan adanya zona penghambatan di sekitar biakan bakteri uji.

## DAFTAR PUSTAKA

- AOAC International Official Methods of Analysis. 2000. *Germicidal and Detergent Sanitizing Action of Desinfectants*. AOAC Official Method 960.09. Chapter 6.p.10.
- Amelia Lisa. 2014. Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Kulit Manggis (*Garcinia mangostana L*) Terhadap *Staphylococcus aureus* Dan *Pseudomonas aeruginosa* (Skripsi S1). Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Nusa Bangsa. Bogor.
- Ariyanti, NK. I.B.G Darmayasa dan S.K Sudirga, 2012. Daya Hambat Kulit Daun Lidah Buaya (*Aloe barbadensis* Miller) Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 Dan *Escherichia coli* ATCC 25922. Jurusan Biologi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Udayana. Bukit Jimbaran.
- Adha PW. 2009. Potensi Lidah Buaya Pontianak (*Aloe Chinensis Lin*) Sebagai Bahan Baku Industri Berbasis Sumber Daya Lokal. Program Teknologi Industri Pertanian Pasca Sarjana Teknologi Pertanian . Universitas Brawijaya. Malang
- BSNI.2008. *Metode Uji (Screening Test) Residu Antibiotik Pada Daging, Telur Dan Susu Secara Bioassay*. SNI 7424. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Dahlan MA dan Arief Fuad, 1990, *Penuntun Praktikum Mikrobiologi*, Departemen Perindustrian, Akademi Analis Kimia, Bogor.
- Departemen Kesehatan RI. 1979. *Farmakope Indonesia*. Edisi III. Jakarta.
- David W. 2000. *Superfoods, The Food and Medicine of the Future*. North Atlantic Books. Berkeley. California.
- Febrem B.P dan Vetrizah J, 2005, Aktivitas Sediaan Gel Dari Ekstrak Lidah Buaya (*Aloe Baebadensis* Miller) Untuk Proses Persembuhan Luka Pada Hewan, LPPM, IPB, Bogor.
- Iriano, A. 2008. Efek Antibakteri Infusum *Aloe vera* terhadap *Porphyromonas gingivalis* In Vitro (perbandingan Metode Ekstraksi Maserasi dan Infundasi) (Skripsi S-1), Fakultas Kedokteran Gigi Program Studi Pendidikan Dokter Gigi, Universitas Indonesia. Jakarta.
- Ika Lestari S. 2011. Potensi Antijamur Ekstrak Daun Sirih Merah dan Sirih Hijau Terhadap Pertumbuhan Jamur *Candida albicans*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Nusa Bangsa. Bogor

- Jamal A. 2015. *Intensif Budidaya Lidah Buaya Usaha Dengan Prospek yang Kian Berjaya*. Cetakan 1. Pustaka Baru press. Yogyakarta.
- Jawetz, E, G.E. Melnick, C.A. Adelberg. 1986. *Mikrobiologi* (Untuk Profesi Kesehatan). Edisi 16. Diterjemahkan oleh Tonang. EGC Penerbit Buku Kedokteran. Jakarta.
- Jawetz, E., J.L. Melnick., Adelberg., G.F. Brooks., J.S. Butel., dan L.N.Ornston. 1996. *Mikrobiologi Kedokteran*. Edisi ke-20 (Alih bahasa :Nugroho& R.F.Maulany). Penerbit Buku Kedokteran EGC. Jakarta.
- Melki, W.A., E.P. Kurniati. 2011. Uji Antibakteri Ekstrak *Gracilaria Sp* (Rumput Laut) Terhadap Bakteri *E.coli* dan *S.aureus*, Program Studi Ilmu Kelautan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Indralaya. Indonesia.
- Pelczar J., Jr. Michael, E.C.S.Chan, 1986. *Dasar-Dasar Mikrobiologi*.Edisi 1. Penerjemah Ratna Siri Hadioetomo, dkk. Penerbit Universitas Indonesia (UI-Press). Jakarta.
- Pelczar, M. dan Chan. 1988.*Dasar-Dasar Mikrobiologi* (Jilid 1). UI Press. Jakarta.
- Rachman, I.S. 2011. Uji Aktivitas Ekstrak Biji Pepaya Terhadap *Staphylococcus aureus*, Akademi Farmasi Putra Malang, Indonesia.

## PETUNJUK BAGI CALON PENULIS

1. Umum
  - a) Penulis artikel ilmiah adalah siapa saja yang berlatar belakang, berkecimpung atau berminat dalam bidang Biologi dan kimia
  - b) Tanggung jawab atas isi tulisan yang dimuat tetap berada pada penulis
  - c) Tulisan belum pernah diterbitkan di Jurnal Ilmiah lainnya
2. Penampilan
  - a). Dianjurkan artikel kurang lebih antara 10-13 halaman cetak 1 spasi,
  - b). Artikel dengan format : *font* (huruf) *Times New Roman* (*12 pt-bold* untuk judul utama, *11 pt-bold* untuk sub judul, *9 pt-normal* untuk isi abstrak dan *foot note*, *11 pt-bold* untuk setiap judul bab dan *11 pt-normal* untuk isi tulisan)
  - c). Judul utama dan judul bab semua menggunakan huruf besar (*capital letter*).
3. Gaya Penulisan
  - a) Menerima artikel ilmiah berbahasa Indonesia maupun berbahasa Inggris
  - b). Judul artikel tidak boleh lebih dari 12 kata dalam tulisan berbahasa Indonesia, atau 10 kata tulisan berbahasa Inggris
  - c). Nama-nama penulis tanpa gelar atau jabatan dan kepangkatan yang disandanginya, dengan mencantumkan alamat lembaga tempat kegiatan penelitian, serta alamat korespondensi kalau berbeda dengan lembaga tersebut berikut alamat e-mail kalau ada, langsung di bawah nama penulis
  - d). Artikel harus disertai satu paragraf abstrak berbahasa Indonesia dan bahasa Inggris (berkisar 75-250 kata) lengkap disertai nama pengarang dan judul artikel, abstrak ditutup dengan *keywords* yang terdiri dari 5 kata kunci menyangkut naskah yang ditulis.
  - e). Naskah harus lengkap dengan : Judul, Nama Penulis, Afiliasi, Abstrak, Pendahuluan, Bahan dan Metode ( dalam bahan dan metode penelitian ini dikemukakan bahan-bahan yang digunakan serta prosedur penelitian untuk menguji hipotesis secara empiris), Hasil dan Pembahasan (dalam hal ini dikemukakan hasil penelitian termasuk pengujian hipotesis serta dibahas mengapa hal itu terjadi dengan membandingkan antara hasil faktual dengan teori yang ada), Kesimpulan dan saran (dalam hal ini dikemukakan intisari hasil penelitian serta saran yang dapat dikemukakan baik secara praktis maupun guna laksana) dan Daftar Pustaka (meliputi : nama pengarang, tahun penerbitan, judul buku/jurnal lengkap, Nama publikasi/penerbit, nomor publikasi, dan halaman (untuk jurnal), Daftar pustaka disusun berurut berdasarkan abjad sesuai dengan nama belakang pengarang.
4. Substansi (Isi artikel)
  - a). Artikel berupa :

Laporan hasil penelitian ilmiah (antara lain: survey, studi kasus, percobaan/eksperimen) atau hasil kajian teoritis yang ditujukan untuk memajukan teori yang ada atau mengadaptasi teori pada suatu keadaan setempat, dan atau hasil penelaahan teori dengan tujuan mengulas dan menyintesis teori-teori yang ada
  - b). Seyogyanya ada ketuntasan penggarapan (tidak hanya mengulang penelitian sejenis sebelumnya, tidak memermutasikan metodologi dan obyek, tidak memecah suatu satu persoalan penelitian dalam serangkaian tulisan).
  - c). Tidak menerima artikel yang hanya bersifat ulasan (*review*).
  - d). Tidak ada plagiarisme antara lain adalah menyalin hasil kerja orang lain tanpa menuliskan sumber, termasuk karya yang dipublikasikan dan karya mahasiswa, kalau terbukti ada maka artikel akan ditolak dan penulis akan dimasukkan pada *black list* kami
  - e) Seyogyanya jangan terlalu sering pengarang mengacu pada diri sendiri (*self citation*)
  - f). Seyogyanya sumber acuan primer (artikel dalam berkala ilmiah, disertasi, tesis, dokumen paten, karya-karya ilmiah klasik orisinal) tidak kurang dari 40%
  - g). Seyogyanya pengacuan pada karya ilmiah 10 th terakhir tidak kurang dari 5%.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih dan penghargaan diberikan kepada para pakar/mitra bestari/rekan setara yang telah diundang sebagai penelaah oleh *Jurnal Sains Natural* dalam Volume 6 No. 1, Tahun 2016. Berikut ini adalah daftar nama pakar/mitra bestari/rekan setara yang berpartisipasi :

1. Dr. Rudhy Gustiano, Balai Riset Perikanan Budidaya Air Tawar, Bogor
2. Prof. Dr. RTM Sutamiharja., M.Ag (Chem)
3. Dr. Padmono, Universitas Nusa Bangsa, Bogor
4. Drs. Agus Taufik, M.Si., Akademi Kimia Analisis (AKA), Bogor
5. Prof. Dr. Supriyono Eko Wardoyo., Universitas Nusa Bangsa, Bogor
6. Djadjat Tisnadjaya, Drs., M.Tech, LIPI, Bogor
7. Dr. Ridha Arizal, M.Sc., Universitas Nusa Bangsa, Bogor