



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Unand.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Unand.

**PEMBUATAN, KARAKTERISASI DAN UJI AKTIVITAS
ANTIMIKROBA SERTA ANTIOKSIDAN ASAP CAIR DARI TANDAN
SALAK (*Salacca edulis reins*)**

SKRIPSI

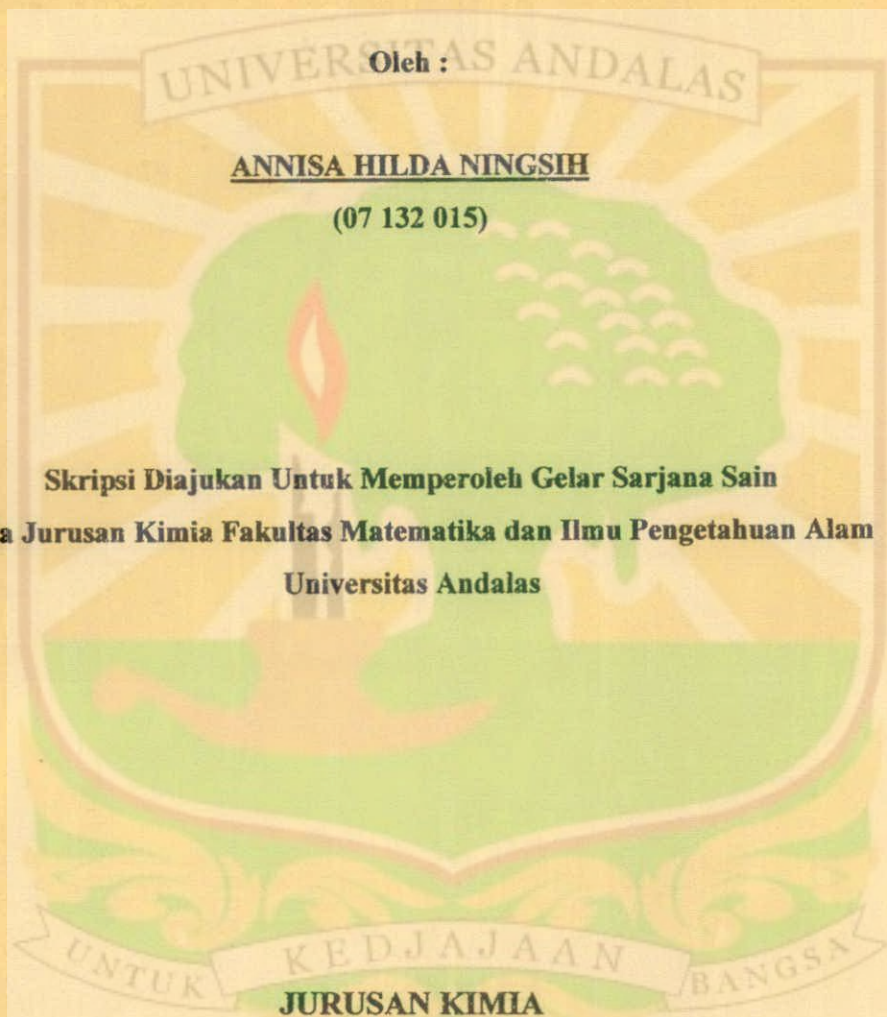


**ANNISA HILDA NINGSIH
07132015**

**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG 2011**

**PEMBUATAN, KARAKTERISASI DAN UJI AKTIVITAS
ANTIMIKROBA SERTA ANTIOKSIDAN ASAP CAIR
DARI TANDAN SALAK (*Salacca edulis reinw*)**

Skripsi Sarjana Kimia



**Skripsi Diajukan Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sain
Pada Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Andalas**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ANDALAS**

PADANG

2011

ABSTRAK

PEMBUATAN, KARAKTERISASI DAN UJI AKTIVITAS ANTIMIKROBA SERTA ANTIOKSIDAN ASAP CAIR DARI TANDAN SALAK (*Salacca edulis reinw*)

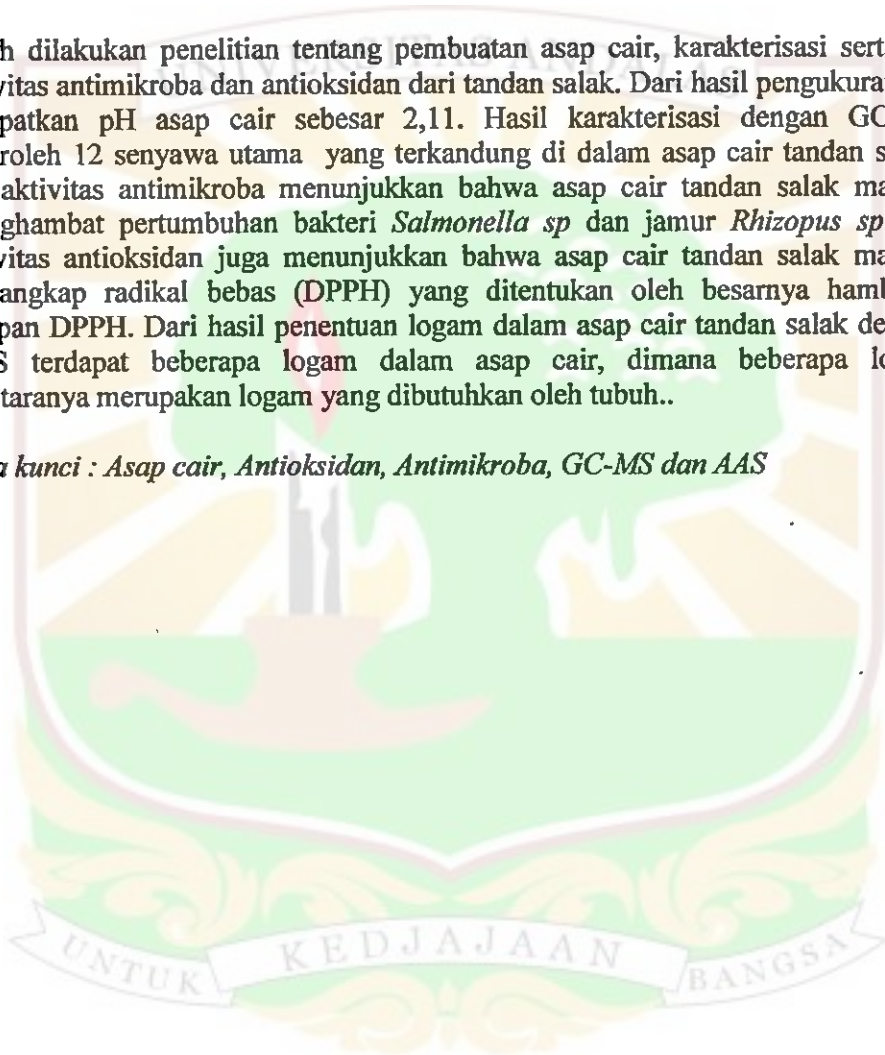
Oleh :

Annisa Hilda Ningsih (07132015)

Dibimbing oleh : Yefrida, M.Si dan Dr. Refilda

Telah dilakukan penelitian tentang pembuatan asap cair, karakterisasi serta uji aktivitas antimikroba dan antioksidan dari tandan salak. Dari hasil pengukuran pH didapatkan pH asap cair sebesar 2,11. Hasil karakterisasi dengan GC-MS diperoleh 12 senyawa utama yang terkandung di dalam asap cair tandan salak. Uji aktivitas antimikroba menunjukkan bahwa asap cair tandan salak mampu menghambat pertumbuhan bakteri *Salmonella sp* dan jamur *Rhizopus sp*. Uji aktivitas antioksidan juga menunjukkan bahwa asap cair tandan salak mampu menangkap radikal bebas (DPPH) yang ditentukan oleh besarnya hambatan serapan DPPH. Dari hasil penentuan logam dalam asap cair tandan salak dengan AAS terdapat beberapa logam dalam asap cair, dimana beberapa logam diantaranya merupakan logam yang dibutuhkan oleh tubuh..

Kata kunci : Asap cair, Antioksidan, Antimikroba, GC-MS dan AAS



ABSTRACT

PREPARATION, CHARACTERIZATION, ANTIMICROBIAL AND ANTIOXIDANT ACTIVITY TEST OF LIQUID SMOKE FROM SALACCA BUNCHES (*Salacca edulis reinw*)

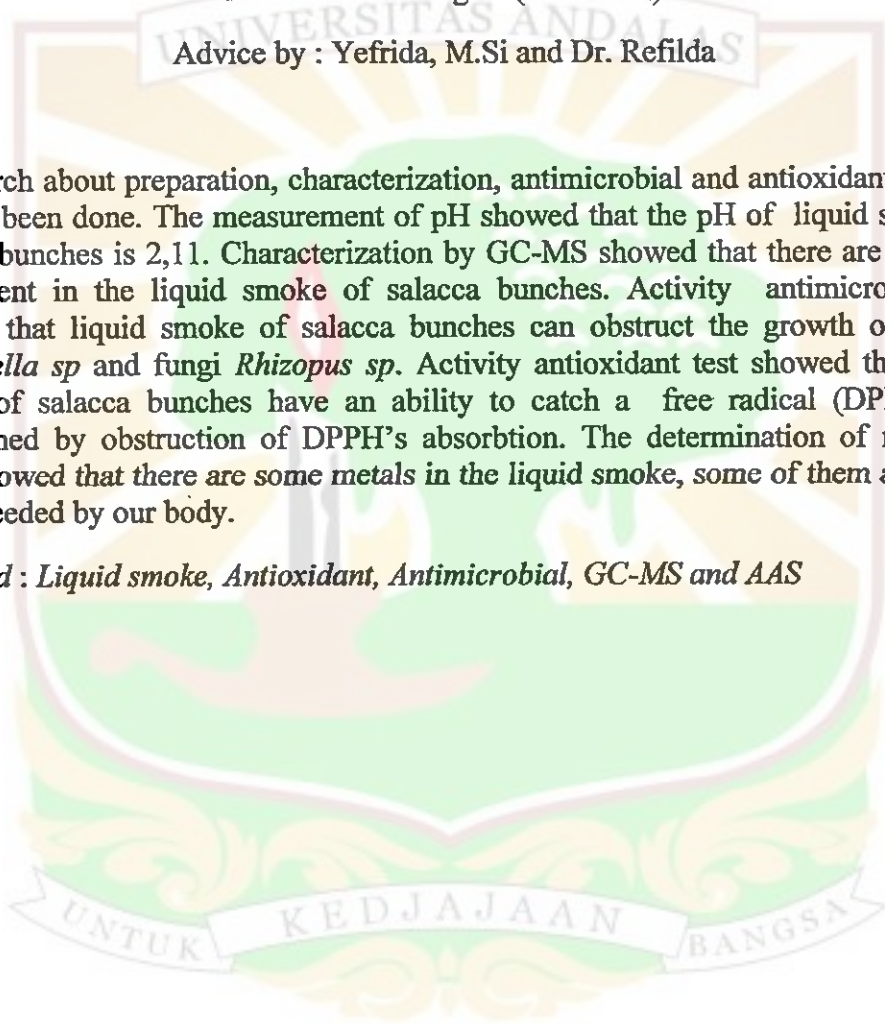
By:

Annisa Hilda Ningsih (07132015)

Advice by : Yefrida, M.Si and Dr. Refilda

A research about preparation, characterization, antimicrobial and antioxidant activity test has been done. The measurement of pH showed that the pH of liquid smoke of salacca bunches is 2,11. Characterization by GC-MS showed that there are 12 main component in the liquid smoke of salacca bunches. Activity antimicrobial test showed that liquid smoke of salacca bunches can obstruct the growth of bacteri *Salmonella sp* and fungi *Rhizopus sp*. Activity antioxidant test showed that liquid smoke of salacca bunches have an ability to catch a free radical (DPPH) that determined by obstruction of DPPH's absorbtion. The determination of metal by AAS showed that there are some metals in the liquid smoke, some of them are metal that's needed by our body.

Keyword : *Liquid smoke, Antioxidant, Antimicrobial, GC-MS and AAS*



KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji bagi Allah SWT atas limpahan berkah, rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini. Skripsi yang berjudul **“PEMBUATAN, KARAKTERISASI DAN UJI AKTIVITAS ANTIMIKROBA SERTA ANTIOKSIDAN ASAP CAIR DARI TANDAN SALAK (*Salacca edulis reinw*)”** ini disusun berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di Laboratorium Kimia Analisis Lingkungan dan Laboratorium Bioteknologi Jurusan Kimia serta Laboratorium Kimia Lingkungan Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Andalas.

Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan rahmat, karunia-Nya dan kemudahan dalam melakukan penelitian dan menyusun skripsi ini.
2. Kedua orang tua, dan seluruh keluarga besar atas do'a, kasih sayang dan perhatian yang telah diberikan selama ini.
3. Ibu Yefrida, M.Si selaku pembimbing I dan ibu Dr. Refilda selaku pembimbing II, atas arahan dan bimbingan yang telah diberikan selama penelitian dan penulisan skripsi ini.
4. Bapak Dr. Adlis Santoni selaku ketua Jurusan Kimia FMIPA UNAND.
5. Bapak Dr. Mai Efdi selaku koordinator pendidikan Jurusan Kimia FMIPA UNAND.
6. Ibu Olly Norita Tetra, M.Si selaku pembimbing akademik yang telah memberikan arahan dan bimbingan.
7. Semua staf pengajar di Jurusan Kimia yang telah bersedia membagi ilmunya dan membimbing selama menjadi mahasiswa di Jurusan Kimia UNAND.
8. Bapak Adi Kepala Laboratorium Kesehatan Padang, yang telah membantu kelancaran penelitian dan atas bimbingannya.
9. Semua Analis laboratorium Kimia FMIPA yang telah mendukung kelancaran penelitian ini.
10. Ibu sofni selaku Analis Laboratorium Kimia Lingkungan Fakultas Teknik UNAND.

11. Semua pegawai tata usaha yang telah membantu kelancaran dalam urusan administrasi dan kelengkapan selama ini.
12. Teman-teman 'SoCh4' dan sahabat-sahabat yang tidak dapat disebutkan satu-persatu, atas dukungan, semangat persahabatan yang telah diberikan.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat kekurangan dalam penulian skripsi ini. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bermanfaat untuk menyempurnakan skripsi ini.

Padang, November 2011



DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN

ABSTRAK

ABSTRACT

KATA PENGANTAR i

DAFTAR ISI iii

DAFTAR TABEL v

DAFTAR GAMBAR vi

DAFTAR LAMPIRAN viii

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang 1

1.2 Perumusan Masalah 3

1.3 Tujuan Penelitian 3

1.4 Manfaat Penelitian 3

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Salak 4

2.1.1 Tanaman Salak 4

2.1.2 Taksonomi Tanaman Salak 4

2.1.3 Pirolisis Tandan Salak 4

2.2 Asap Cair 6

2.2.1 Pengertian Asap Cair 6

2.2.2 Komposisi Asap Cair 6

2.2.3 Keuntungan dan Sifat Fungsional Asap Cair 8

2.2.4 Aplikasi Asap Cair 10

2.3 GC-MS 11

2.4 Metode Kirby-Bauer (Difusi Cakram) 12

2.5 Metode DPPH (1,1-difenil-2-pikrilhidrazil) 12

2.6 Spektrofotometri Serapan Atom 13

2.7 Mineral dalam Tubuh 14

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian 15

| | |
|---|----|
| 3.2 Alat dan Bahan | 15 |
| 3.2.1 Alat | 15 |
| 3.2.2 Bahan | 15 |
| 3.3 Pembuatan Reagen..... | 16 |
| 3.3.1 Pereaksi DPPH..... | 16 |
| 3.3.2 Larutan Pembanding | 16 |
| 3.3.3 Larutan Sampel..... | 16 |
| 3.3.4 Larutan Standar Logam..... | 16 |
| 3.4 Preparasi Sampel | 16 |
| 3.5 Pembuatan Media | 16 |
| 3.6 Prosedur Kerja..... | 17 |
| 3.6.1 Pembuatan Asap Cair..... | 17 |
| 3.6.2 Pengamatan Warna dan Bau Asap Cair | 18 |
| 3.6.3 Pengukuran pH Asap Cair..... | 18 |
| 3.6.4 Karakterisasi Asap Cair dengan GC-MS | 18 |
| 3.6.5 Uji Aktivitas Antimikroba Asap Cair | 18 |
| 3.6.6 Uji Aktivitas Antioksidan Asap Cair | 19 |
| 3.6.7 Penentuan Kandungan Logam dalam Asap Cair dengan AAS | 20 |
| BAB IV. HASIL DAN DISKUSI | |
| 4.1 Hasil Pengamatan Warna dan Bau Asap Cair Tandan Salak..... | 21 |
| 4.2 Hasil Pengukuran pH Asap Cair Tandan Salak..... | 22 |
| 4.3 Hasil Karakterisasi Asap Cair Tandak Salak | 22 |
| 4.4 Uji Aktivitas Antimikroba Asap Cair | 24 |
| 4.5 Hasil Uji Aktivitas Antioksidan Asap Cair..... | 26 |
| 4.6 Hasil Penentuan Kandungan Logam dalam Asap Cair dengan AAS..... | 28 |
| BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN | |
| 5.1 Kesimpulan | 29 |
| 5.2 Saran | 29 |
| DAFTAR PUSTAKA | |
| LAMPIRAN | |

DAFTAR TABEL

| | | |
|-----------|--|----|
| TABEL 1. | Hasil karakterisasi asap cair tandan salak dengan GC-MS | 23 |
| TABEL 2. | Perbandingan % inhibisi asap cair tandan salak, jambu biji dan cangkang sawit | 28 |
| TABEL 3. | Data diameter daerah hambat dengan berbagai larutan uji terhadap <i>Salmonella sp</i> dan <i>Rhizopus sp</i> | 42 |
| TABEL 4. | Data absorban asap cair tandan salak dan asam askorbat | 45 |
| TABEL 5. | Data % inhibisi asap cair tandan salak dan asam askorbat | 46 |
| TABEL 6. | Data pengukuran absorban dari larutan standar Co | 47 |
| TABEL 7. | Data pengukuran absorban dari larutan standar Cd | 47 |
| TABEL 8. | Data pengukuran absorban dari larutan standar Fe | 48 |
| TABEL 9. | Data pengukuran absorban dari larutan standar Cu | 49 |
| TABEL 10. | Data pengukuran absorban dari larutan standar Mg | 50 |
| TABEL 11. | Data pengukuran absorban dari larutan standar K | 50 |
| TABEL 12. | Data pengukuran absorban dari larutan standar Na | 51 |
| TABEL 13. | Data pengukuran absorban dari larutan standar Mn | 52 |
| TABEL 14. | Data pengukuran absorban dari larutan standar Zn | 53 |
| TABEL 15. | Data pengukuran absorban dari larutan standar Pb | 53 |
| TABEL 16. | Data pengukuran absorban dari larutan standar Al | 54 |
| TABEL 17. | Data pengukuran absorban dari larutan standar Ni | 55 |
| TABEL 18. | Data pengukuran absorban dari larutan standar Sn | 55 |
| TABEL 19. | Data pengukuran absorban dari larutan standar Ag | 56 |
| TABEL 20. | Data pengukuran absorban dari larutan standar Ca | 57 |
| TABEL 21. | Data pengukuran absorban dari larutan standar Cr | 58 |
| TABEL 22. | Data Pengukuran Absorban Blanko | 59 |
| TABEL 23. | Data Kandungan Logam dalam Asap Cair Tandan Salak..... | 60 |
| TABEL 24. | Nutrisi mineral esensial dan jumlahnya dalam tubuh hewan | 61 |
| TABEL 25. | Batas maksimum cemaran logam berat dalam pangan | 61 |

DAFTAR GAMBAR

| | | |
|------------|--|----|
| GAMBAR 1. | Tandan Salak | 4 |
| GAMBAR 2. | Alat Pembuat Asap Cair Tandan Salak | 17 |
| GAMBAR 3. | Cairan kondensat tandan salak sebelum dan setelah disaring | 21 |
| GAMBAR 4. | Kromatogram hasil karakterisasi asap cair dari tandan salak dengan GC-MS..... | 22 |
| GAMBAR 5. | Daya hambat larutan uji terhadap bakteri <i>Salmonella sp</i> ... | 25 |
| GAMBAR 6. | Daya hambat larutan uji terhadap jamur <i>Rhizopus sp</i> | 25 |
| GAMBAR 7. | Daya hambat asap cair cangkang sawit, batang jambu biji dan tandan salak terhadap bakteri <i>Salmonella sp</i> | 26 |
| GAMBAR 8. | Daya hambat asap cair cangkang sawit, batang jambu biji dan tandan salak terhadap jamur <i>Rhizopus sp</i> | 26 |
| GAMBAR 9. | Aktivitas antioksidan penangkapan radikal DPPH | 27 |
| GAMBAR 10. | Daerah hambatan asap cair tandan salak pada konsentrasi 5% untuk antijamur | 43 |
| GAMBAR 11. | Daerah hambatan asap cair tandan salak pada konsentrasi 3 % dan 4 % untuk antibakteri | 43 |
| GAMBAR 12. | Daerah hambatan formalin pada konsentrasi 1% dan 2% untuk antijamur | 43 |
| GAMBAR 13. | Daerah hambatan asam benzoat pada konsentrasi 1% dan 2 % untuk antijamur | 44 |
| GAMBAR 14. | Daerah hambatan formalin pada konsentrasi 1% untuk antibakteri | 44 |
| GAMBAR 15. | Daerah hambatan asam benzoat pada konsentrasi 1% untuk antibakteri | 44 |
| GAMBAR 16. | Kurva kalibrasi penentuan IC ₅₀ | 46 |
| GAMBAR 17. | Kurva kalibrasi larutan standar Co | 47 |
| GAMBAR 18. | Kurva kalibrasi larutan standar Cd | 48 |
| GAMBAR 19. | Kurva kalibrasi larutan standar Fe | 49 |
| GAMBAR 20. | Kurva kalibrasi larutan standar Cu | 49 |
| GAMBAR 21. | Kurva kalibrasi larutan standar Mg | 50 |
| GAMBAR 22. | Kurva kalibrasi larutan standar K | 51 |
| GAMBAR 23. | Kurva kalibrasi larutan standar Na | 52 |

| | |
|---|----|
| GAMBAR 24. Kurva kalibrasi larutan standar Mn | 52 |
| GAMBAR 25. Kurva kalibrasi larutan standar Zn | 53 |
| GAMBAR 26. Kurva kalibrasi larutan standar Pb | 54 |
| GAMBAR 27. Kurva kalibrasi larutan standar Al | 54 |
| GAMBAR 28. Kurva kalibrasi larutan standar Ni | 55 |
| GAMBAR 29. Kurva kalibrasi larutan standar Sn | 56 |
| GAMBAR 30. Kurva kalibrasi larutan standar Ag | 57 |
| GAMBAR 31. Kurva kalibrasi larutan standar Ca | 57 |
| GAMBAR 32. Kurva kalibrasi larutan standar Cr | 58 |



DAFTAR LAMPIRAN

| | |
|---|----|
| LAMPIRAN 1. Spektrum Massa Asap Cair..... | 30 |
| LAMPIRAN 2. Hasil Pengujian Uji Aktivitas Antibakteri dan Antijamur dari Asap Cair tandan Salak..... | 42 |
| LAMPIRAN 3. Hasil Uji Aktivitas Antioksidan dari Asap Cair Tandan Salak | 45 |
| LAMPIRAN 4. Data Pengukuran Larutan Standar dengan ASS..... | 47 |
| LAMPIRAN 5. Data Nutrisi Mineral Esensial dan Jumlahnya dalam Tubuh Hewan serta Batas Maksimum Cemar Logam Berat dalam Pangan | 61 |



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Salak merupakan salah satu tanaman buah tropis asli Indonesia. Sebagian besar salak ditemukan tumbuh alami di wilayah nusantara, sehingga banyak kalangan pakar botani dan pertanian menyebutkan bahwa tanaman salak adalah tumbuhan asli Indonesia. Sentrum produksi salak terdapat di provinsi Jawa Barat, Jawa Tengah, Bali, DI Yogyakarta, Sulawesi Selatan, dan Sumatera Utara, serta kini mulai meluas ditanam di berbagai provinsi lain di Indonesia. Pusat Statistik (1985-1994) menunjukkan tiga wilayah utama sentrum produksi salak yang kontribusinya cukup besar adalah provinsi Jawa Tengah, Sumatera Utara, dan Jawa barat.¹

Salak adalah salah satu komoditi andalan Indonesia yang perkembangannya demikian pesat.¹ Selain produksi buah, produk samping atau limbah salak juga bisa dimanfaatkan. Salah satunya adalah tandan salak. Selama ini pemanfaatan salak hanya sebatas pada buah saja. Sedangkan tandan dari buah salak ini belum pernah diolah menjadi sesuatu yang bermanfaat. Limbah dari buah salak ini belum pernah diatasi. Dengan kondisi yang semacam itu sebenarnya banyak sekali manfaat yang dapat diperoleh dari pemanfaatan tandan salak tersebut. Salah satunya apabila dilakukan pirolisis terhadap tandan salak tersebut akan diperoleh rendemen berupa asap cair yang dapat digunakan sebagai biopreservatif baru pengganti preservatif kimia.²

Asap cair merupakan hasil kondensasi dari pirolisis kayu yang mengandung sejumlah besar senyawa yang terbentuk akibat proses pirolisis konstituen kayu seperti selulosa, hemiselulosa dan lignin. Proses pirolisa melibatkan berbagai proses reaksi yaitu dekomposisi, oksidasi, polimerisasi, dan kondensasi.²

Banyak cara yang telah dilakukan untuk mengawetkan dan mencegah pembusukan pada makanan, salah satunya menggunakan formalin sebagai pengawet makanan. Formalin merupakan cairan tidak berwarna dengan bau menyengat, iritan, dan bila terminum dapat menyebabkan rasa terbakar pada

tenggorokan dan perut. Sedikitnya 30 mL formalin dapat menyebabkan kematian, karena itu formalin tidak boleh digunakan sebagai bahan pengawet makanan. Cara lain yang digunakan untuk mengawetkan dan mencegah pembusukan pada makanan adalah pengasapan secara langsung, namun cara ini memiliki beberapa kelemahan antara lain terdepositnya tar pada permukaan makanan dan juga menyebabkan pencemaran lingkungan.³ Pengasapan ikan merupakan salah satu cara pengolahan ikan yang berfungsi untuk mengawetkan serta memberi aroma dan cita rasa yang khas. Pengasapan yang umum dilakukan oleh masyarakat untuk mengawetkan ikan adalah pengasapan konvensional seperti pengasapan tradisional dengan menggunakan asap pembakaran secara langsung, dimana pengasapan tradisional ini jika dilihat dari sudut pandang lingkungan sangat tidak baik, karena dapat menyebabkan emisi poliaromatis hidrokarbon (PAH) pada udara dan air. PAH pada umumnya bersifat karsinogenik. Salah satu contoh senyawa PAH adalah Benzo(a)pyrene (BaP).⁴

Asap cair memiliki sifat fungsional sebagai antioksidan, antibakteri dan pembentuk warna serta cita rasa yang khas. Sifat-sifat fungsional tersebut berkaitan dengan komponen-komponen yang terdapat di dalam asap cair tersebut. Asap cair memiliki kemampuan untuk mengawetkan bahan makanan karena adanya senyawa asam, derivat fenol, dan karbonil.²

Asap cair seperti asap dalam fasa uap mengandung senyawa fenol yang selain menyumbang cita rasa asap, juga mempunyai aksi sebagai antioksidan dan bakterisidal pada makanan yang diasap. Fenol merupakan antioksidan utama dalam asap cair. Peran antioksidatif dari asap cair ditunjukkan oleh senyawa fenol bertitik didih tinggi terutama 2,6- dimetoksifenol; 2,6 dimetoksi-4-metilfenol dan 2,6- dimetoksi-4-etilfenol yang bertindak sebagai donor hidrogen terhadap radikal bebas dan menghambat reaksi rantai.⁵

Semua jenis destilat kayu mengandung senyawa- senyawa yang dapat diekstraksi seperti turunan fenol yang dapat menghambat pertumbuhan mikroba. Asap cair dari kayu dimanfaatkan sebagai pengawet karena adanya kesamaan komponen kimia destilat kayu yang terdapat pada jenis bahan pengawet tertentu, dimana yang bersifat sebagai pengawet adalah fenol dan turunannya.⁶ Banyak

limbah pertanian yang telah digunakan sebagai bahan dasar pembuatan asap cair diantaranya tempurung kelapa, cangkang sawit, batang jambu biji, tongkol jagung dan lain-lain.

Berdasarkan uraian di atas, maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian tentang pembuatan asap cair dari tandan salak dan karakterisasinya dengan GC-MS dan AAS. Kemudian dilakukan uji aktivitas antimikrobanya dengan metode Kirby-Bauer (Difusi Cakram) dan uji aktivitas antioksidannya dengan metode pengikatan senyawa radikal DPPH (1,1 – difenil-2 pikrihidrazil).

1.2 Perumusan Masalah

Adapun perumusan masalah dari penelitian ini adalah menentukan apakah tandan salak bisa digunakan untuk pembuatan asap cair, menentukan senyawa-senyawa yang terkandung dalam asap cair tandan salak, menentukan logam-logam yang terkandung dalam asap cair tandan salak dan menentukan aktivitas antimikroba dan antioksidan dari asap cair tandan salak.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

- a. Memanfaatkan limbah tandan salak sebagai bahan dasar pembuatan asap cair.
- b. Mengetahui senyawa-senyawa dan logam yang terkandung dalam asap cair tandan salak..
- c. Mengetahui aktivitas antioksidan dan antimikroba dari asap cair tandan salak.

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi dan dukungan secara ilmiah mengenai logam-logam dan senyawa-senyawa yang terdapat di dalam asap cair tandan salak sehingga memiliki potensi sebagai antimikroba dan antioksidan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Salak

2.1.1 Tanaman Salak⁷

Tanaman salak memiliki nama ilmiah *Salacca edulis reinw.* Salak merupakan tanaman asli Indonesia. Oleh karena itu, bila kita bertanam salak berarti kita melestarikan dan meningkatkan produksi negeri sendiri. Salak termasuk famili *Palmae*, serumpun dengan kelapa, kelapa sawit, aren (enau), palem, pakis yang bercabang rendah dan tegak. Batangnya hampir tidak kelihatan karena tertutup pelepah daun yang tersusun rapat dan berduri. Dari batang yang berduri itu tumbuh tunas baru yang dapat menjadi anakan atau tunas bunga buah salak dalam jumlah yang banyak.

2.1.2 Taksonomi Tanaman Salak⁷

Tanaman salak dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

| | |
|------------|---|
| Divisi | : Spermatophyta |
| Sub divisi | : Angiospermae |
| Klas | : Monocotyledoneae |
| Ordo | : Principes |
| Familia | : Palmae |
| Genus | : Salacca |
| Spesies | : <i>Salacca zalacca (Gaert.) Voss.</i> |
| Sinonim | : <i>Salacca edulis reinw</i> |



Gambar 1. Tandan Salak

2.1.3 Pirolisis Tandan Salak

Pirolisis merupakan proses pemanasan atau distilasi kering suatu bahan sehingga menghasilkan asap yang bila dikondensasi akan menghasilkan asap cair yang mempunyai sifat spesifik asap. Istilah lain dari pirolisis adalah penguraian yang tidak teratur dari bahan-bahan organik yang disebabkan oleh adanya pemanasan tanpa berhubungan dengan udara luar. Hal ini menunjukkan bahwa jika tandan salak dipanaskan tanpa berhubungan dengan udara luar dan diberi suhu yang cukup tinggi maka akan terjadi rangkaian reaksi penguraian dari senyawa-senyawa kompleks yang menyusun tandan salak dan menghasilkan tiga bentuk, yaitu padatan, cairan, dan gas.⁸

Adapun pada proses pirolisis tersebut yang terjadi adalah dekomposisi senyawa-senyawa penyusunnya, yaitu :⁹

1. Pirolisis selulosa.

Selulosa adalah makromolekul yang dihasilkan dari kondensasi linear struktur heterosiklis molekul glukosa. Selulosa terdiri dari 100-1000 unit glukosa. Selulosa terdekomposisi pada temperatur 280°C dan berakhir pada 300-350°C. Pirolisis selulosa berlangsung dalam dua tahap, yaitu :

- A. Tahap pertama adalah reaksi hidrolisis menghasilkan glukosa.
- B. Tahap kedua merupakan reaksi yang menghasilkan asam asetat dan homolognya, bersama-sama air dan sejumlah kecil furan dan fenol.

2. Pirolisis hemiselulosa

Hemiselulosa merupakan polimer dari beberapa monosakarida seperti pentosan ($C_5H_8O_4$) dan heksosan ($C_6H_{10}O_5$). Pirolisis pentosan menghasilkan furfural, furan dan derivatnya beserta satu seri panjang asam-asam karboksilat. Pirolisis heksosan terutama menghasilkan asam asetat dan homolognya. Hemiselulosa akan terdekomposisi pada temperatur 200-250°C.

3. Pirolisis lignin

Lignin merupakan sebuah polimer kompleks yang mempunyai berat molekul tinggi dan tersusun atas unit-unit fenil propana. Senyawa-senyawa yang diperoleh dari pirolisis struktur dasar lignin berperan penting dalam memberikan aroma

asap produk asapan. Senyawa ini adalah fenol, eter fenol seperti guaiakol, siringol dan homolog serta derivatnya. Lignin mulai mengalami dekomposisi pada temperatur 300-350°C dan berakhir pada 400-450°C.

2.2 Asap Cair

2.2.1 Pengertian Asap Cair

Asap merupakan suatu suspensi partikel-partikel padat dan cair dalam medium gas. Sedangkan asap cair merupakan campuran larutan dari dispersi asap kayu dalam air yang dibuat dengan mengkondensasikan asap hasil pirolisis kayu. Produksi asap cair merupakan hasil pembakaran yang tidak sempurna yang melibatkan reaksi dekomposisi karena pengaruh panas, polimerisasi, dan kondensasi.²

2.2.2 Komposisi Asap Cair

Asap cair mengandung berbagai senyawa yang terbentuk karena terjadinya pirolisis tiga komponen kayu yaitu selulosa, hemiselulosa dan lignin. Lebih dari 400 senyawa kimia dalam asap telah berhasil diidentifikasi. Komponen-komponen tersebut ditemukan dalam jumlah yang bervariasi tergantung jenis kayu, umur tanaman sumber kayu, dan kondisi pertumbuhan kayu seperti iklim dan tanah. Komponen-komponen tersebut meliputi asam yang dapat mempengaruhi citarasa, pH dan umur simpan produk asapan; karbonil yang bereaksi dengan protein dan membentuk pewarnaan coklat dan fenol yang merupakan pembentuk utama aroma dan menunjukkan aktivitas antioksidan.

Diketahui pula bahwa temperatur pembuatan asap merupakan faktor yang paling menentukan kualitas asap yang dihasilkan. Kandungan maksimum senyawa-senyawa fenol, karbonil, dan asam dicapai pada temperatur pirolisis 600°C. Tetapi produk yang diberikan asap cair yang dihasilkan pada temperatur 400°C dinilai mempunyai kualitas organoleptik yang terbaik dibandingkan dengan asap cair yang dihasilkan pada temperatur pirolisis yang lebih tinggi.¹⁰

2.2.2.1 Senyawa-senyawa fenol

Senyawa fenol diduga berperan sebagai antioksidan sehingga dapat memperpanjang masa simpan produk asapan. Kandungan senyawa fenol dalam asap sangat tergantung pada temperatur pirolisis kayu. Kuantitas fenol pada kayu sangat bervariasi yaitu antara 10-200 mg/kg. Beberapa jenis fenol yang biasanya terdapat dalam produk asapan adalah guaiakol, dan siringol.⁹

Senyawa-senyawa fenol yang terdapat dalam asap kayu umumnya hidrokarbon aromatik yang tersusun dari cincin benzena dengan sejumlah gugus hidroksil yang terikat. Senyawa-senyawa fenol ini juga dapat mengikat gugus-gugus lain seperti aldehid, keton, asam dan ester.¹¹

2.2.2.2 Senyawa-senyawa yang mempunyai gugus karbonil

Senyawa-senyawa karbonil dalam asap memiliki peranan pada pewarnaan dan citarasa produk asapan. Golongan senyawa ini mempunyai aroma seperti aroma karamel yang unik. Jenis senyawa karbonil yang terdapat dalam asap cair antara lain adalah vanilin dan siringaldehida.

2.2.2.3 Senyawa-senyawa asam

Senyawa-senyawa asam mempunyai peranan sebagai antibakteri dan membentuk cita rasa produk asapan. Senyawa asam ini antara lain adalah asam asetat, propionat, butirrat dan valerat.

2.2.2.4 Senyawa hidrokarbon polisiklis aromatis

Senyawa hidrokarbon polisiklis aromatis (PAH) dapat terbentuk pada proses pirolisis kayu. Senyawa hidrokarbon aromatik seperti benzo(a)pirena merupakan senyawa yang memiliki pengaruh buruk karena bersifat karsinogen. Pembentukan berbagai senyawa PAH selama pembuatan asap tergantung dari beberapa hal, seperti temperatur pirolisis, waktu dan kelembaban udara pada proses pembuatan asap serta kandungan udara dalam kayu. Dikatakan juga bahwa semua proses yang menyebabkan terpisahnya partikel-partikel besar dari asap akan menurunkan kadar benzo(a)pirena. Proses tersebut antara lain adalah pengendapan dan penyaringan.⁹

2.2.2.5 Senyawa benzo(a)pirena

Benzo(a)pirena mempunyai titik didih 310 °C dan dapat menyebabkan kanker kulit jika dioleskan langsung pada permukaan kulit. Akan tetapi proses yang terjadi memerlukan waktu yang lama.

2.2.3 Keuntungan dan Sifat Fungsional Asap Cair

Keuntungan penggunaan asap cair antara lain lebih intensif dalam pemberian citarasa, kontrol hilangnya citarasa lebih mudah, dapat diaplikasikan pada berbagai jenis bahan pangan, lebih hemat dalam pemakaian kayu sebagai bahan asap, polusi lingkungan dapat diperkecil dan dapat diaplikasikan kedalam bahan dengan berbagai cara seperti penyemprotan, pencelupan, atau dicampur langsung ke dalam makanan.¹¹

2.2.3.1 Keamanan Produk Asapan

Penggunaan asap cair yang diproses dengan baik dapat mengeliminasi komponen asap berbahaya yang berupa hidrokarbon polisiklis aromatis. Komponen ini tidak diharapkan karena beberapa di antaranya terbukti bersifat karsinogen pada dosis tinggi. Melalui pembakaran terkontrol, aging, dan teknik pengolahan yang semakin baik, tar dan fraksi minyak berat dapat dipisahkan sehingga produk asapan yang dihasilkan mendekati bebas PAH.

2.2.3.2 Pemberi citra rasa (flavor)

Asap cair memberikan rasa asap (smoky) khas yang tidak dapat digantikan dengan cara lain. Fenol merupakan senyawa yang paling berpengaruh pada pembentukan aroma tipikal yang diinginkan pada produk pengasapan. Derivat fenol mempunyai bau tajam yang menyengat (pungent), manis, *smoky* dan seperti terbakar (burnt).

2.2.3.3 Aktivitas Antioksidan

Adanya senyawa fenol dalam asap cair memberikan sifat antioksidan terhadap fraksi minyak dalam produk asapan. Dimana senyawa fenolat ini dapat berperansebagai donor hidrogen dan efektif dalam jumlah sangat kecil untuk menghambat autooksidasi lemak.

Cara pengasapan yang lazim dilakukan adalah dengan memanggang belahan ikan yang dijepit dengan belahan bambu diatas perapian, dengan menggunakan kayu bakau, sabut kelapa atau tempurung kelapa sebagai bahan bakar atau sumber asap. Selama pengasapan terjadi pemanasan dan pengurangan air pada saat yang bersamaan dengan penyerapan dan penempelan sedikit asap pada permukaan daging sehingga lipida ikan masih tetap rentan terhadap ransiditas oksidatif. Oksidasi lipida merupakan penyebab utama kerusakan mutu daging dan produk-produknya yang disimpan, serta ikan. Oksidasi lipida merupakan proses yang cukup kompleks, karena asam-asam lemak tak jenuh bereaksi dengan molekul oksigen melalui mekanisme rantai radikal bebas.⁵

Asap cair bersifat sebagai antioksidan melalui pencegahan oksidasi lemak dengan menstabilkan radikal bebas dan efektif dalam menghambat pembentukan flavor oksidatif. Komponen yang berperan sebagai antioksidan asap adalah derivat fenol yang bertindak sebagai donor hydrogen dan biasanya efektif dalam jumlah sangat kecil untuk menghambat reaksi oksidasi.

2.2.3.3 Aktivitas Antibakterial

Antibakteri adalah suatu zat yang mencegah terjadinya pertumbuhan dan reproduksi bakteri. Potensi asap cair sebagai anti bakteri dapat memperpanjang masa simpan produk dengan mencegah kerusakan akibat pembusuk dan juga dapat melindungi konsumen dari penyakit karena aktifitas bakteri pathogen.

Peran bakteriostatik dari asap cair semula hanya disebabkan karena adanya formaldehid saja tetapi aktivitas dari senyawa ini saja tidak cukup sebagai penyebab semua efek yang diamati. Kombinasi antara komponen fungsional fenol dan asam-asam organik yang bekerja secara sinergis mencegah dan mengontrol pertumbuhan mikroba. Adanya fenol dengan titik didih tinggi dalam asap juga merupakan zat anti bakteri yang tinggi.

2.2.3.5 Potensi pembentukan warna coklat

Karbonil mempunyai efek terbesar pada terjadinya pembentukan warna coklat pada produk asapan. Jenis komponen karbonil yang paling berperan adalah aldehid glioksal dan metal glioksal sedangkan formaldehid dan hidroksiaseton

memberikan peranan yang rendah. Fenol juga memberikan kontribusi pada pembentukan warna coklat pada produk yang diasap meskipun intensitasnya tidak sebesar karbonil.¹²

2.2.4 Aplikasi asap cair¹⁰

Asap cair memiliki banyak manfaat dan telah digunakan pada berbagai industri, antara lain :

1. Industri pangan

Asap cair ini mempunyai kegunaan yang sangat besar sebagai pemberi rasa dan aroma yang spesifik juga sebagai pengawet karena sifat antimikrobia dan antioksidannya. Dengan tersedianya asap cair maka proses pengasapan tradisional dengan menggunakan asap secara langsung yang mengandung banyak kelemahan seperti pencemaran lingkungan, proses tidak dapat dikendalikan, kualitas yang tidak konsisten serta timbulnya bahaya kebakaran, yang semuanya tersebut dapat dihindari.

Asap cair lebih banyak diaplikasikan pada pengolahan makanan, diantaranya pada daging dan hasil ternak, daging olahan, keju dan keju oles. Aplikasi baru asap cair adalah untuk menambah flavor pada makanan yang dikurangi lemaknya.

Asap cair di bidang pangan dapat diaplikasikan dengan berbagai cara, yaitu:

- **Pencampuran**

Asap cair dapat ditambahkan langsung pada produk seperti sosis, daging, dan lain-lain. Banyaknya asap cair yang ditambahkan pada produk antara 0,1% - 1%

- **Pencelupan**

Produk yang diasapkan dicelupkan dalam cairan yang mengandung asap cair selama 50-60 detik. Perlakuan pencelupan berpengaruh terhadap warna produk asapan, tetapi rasanya sangat lemah. Produk yang diperlakukan dengan cara ini menunjukkan kualitas organoleptik yang memuaskan secara

keseluruhan. Cara ini dilakukan terutama untuk ikan, daging bagian bahu, daging bagian perut dan sosis.

- **Injeksi**
Asap cair ditambahkan ke dalam larutan yang diinjeksikan dalam jumlah yang bervariasi antara 0,25-1%.
- **Atomisasi**
Asap cair diatomisasikan ke dalam sebuah saluran, dimana produk bergerak. Hasil yang diperoleh dengan cara ini mempunyai kualitas organoleptik yang baik.
- **Penguapan**
Penguapan asap cair dari permukaan yang panas akan mengubah kembali bentuk asap cair dari cairan menjadi uap atau asap.

2. Industri perkebunan

Asap cair dapat digunakan sebagai koagulan lateks dengan sifat fungsional asap cair seperti antijamur, antibakteri dan antioksidan tersebut dapat memperbaiki kualitas produk karet yang dihasilkan. Industri karet alam umumnya menimbulkan efek lingkungan negatif yaitu gumpalan yang berbau busuk. Untuk mencegah bau busuk tersebut dapat digunakan asap cair sebagai penggumpal lateks. Asap cair yang mengandung senyawa fenol dapat mencegah perkembangan bakteri penyebab bau busuk.

3. Industri kayu

Kayu yang diolesi dengan asap cair mempunyai ketahanan terhadap serangan rayap daripada kayu yang tanpa diolesi asap cair.

2.3 GC-MS

Dasar pemisahan secara kromatografi gas adalah penyebaran komponen sampel antara dua fasa, yakni fasa gerak dan fasa diam (cair, padat) dan fasa gerak berupa gas. Kromatografi gas ada 2 macam yaitu : Kromatografi gas-cair (KGC) yang fase diamnya berupa cairan Kromatografi Gas-Padat (KGP), yang fase diamnya berupa padatan.

Untuk menentukan komponen sampel yang sama sekali belum diketahui komposisinya, biasanya GC dikopling dengan alat MS (Mass Spectrometry). Pada GC-MS, komponen yang keluar dari kolom GC dibagi 2: sebagian menuju detektor dan sebagian lagi menuju ke MS. Keuntungan menggunakan GC-MS antara lain detektor yang terdapat pada kromatografi gas masih dapat digunakan untuk analisis kuantitatif. Selain itu pengkarakterisasian senyawa tidak lagi memerlukan larutan standar sehingga biaya yang dikeluarkan tidak terlalu besar.¹³

2.4 Metoda Kirby-Bauer (Difusi Cakram)

Untuk melihat pengaruh asap cair terhadap mikroba dapat digunakan metode Kirby-Bauer atau metode difusi cakram. Metode Kirby-Bauer sudah sangat umum digunakan dalam uji aktivitas antimikroba, dengan metode ini akan dapat diketahui luas zona hambat asap cair terhadap bakteri uji.⁶

Metode ini juga disebut dengan metode cakram kertas. Pada cara ini digunakan cakram kertas yang mengandung antimikroba dengan konsentrasi tertentu. Wilayah jernih di sekitar cakram kertas dipengaruhi oleh tebal medium, macam medium, inokulum, dan laju difusi antimikroba.¹⁴

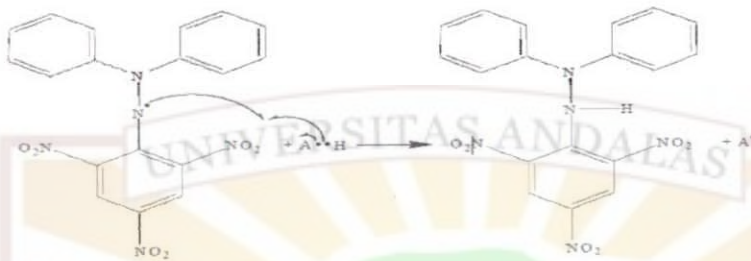
2.5 Metoda DPPH (1,1-difenil-2-pikrilhidrazil)

Metode ini digunakan untuk melihat pengaruh asap cair terhadap antioksidan. Fungsi utama antioksidan digunakan sebagai upaya untuk memperkecil terjadinya proses oksidasi dari lemak dan minyak, memperkecil terjadinya proses kerusakan dalam makanan, memperpanjang masa pemakaian dalam industri makanan, meningkatkan stabilitas lemak yang terkandung dalam makanan serta mencegah hilangnya kualitas sensori dan nutrisi. Lipid peroksidasi merupakan salah satu faktor yang cukup berperan dalam kerusakan selama dalam penyimpanan dan pengolahan makanan.¹⁵

Radikal DPPH adalah suatu senyawa organik yang mengandung nitrogen tidak stabil dengan absorbansi kuat pada λ_{max} 517 nm dan berwarna ungu gelap. Setelah bereaksi dengan senyawa antioksidan, DPPH tersebut akan tereduksi dan warnanya akan berubah menjadi kuning. Perubahan tersebut dapat diukur dengan spektrofotometer, dan diplotkan terhadap konsentrasi. Penurunan intensitas warna

yang terjadi disebabkan oleh berkurangnya ikatan rangkap terkonjugasi pada DPPH. Hal ini dapat terjadi apabila adanya penangkapan satu elektron oleh zat antioksidan, menyebabkan tidak adanya kesempatan electron tersebut untuk beresonansi.¹⁶

Berikut merupakan reaksi radikal DPPH dengan antioksidan :



Metode DPPH dipilih karena sederhana, mudah, cepat dan peka serta hanya memerlukan sedikit sampel. Metode ini akan bekerja dengan baik menggunakan pelarut metanol atau etanol dan kedua pelarut ini tidak mempengaruhi dalam reaksi antara sampel uji sebagai antioksidan dengan DPPH sebagai radikal bebas.¹⁷

2.6 Spektrofotometri Serapan Atom¹⁸

AAS (Atomic Absorption Spectrophotometry) atau SSA (Spektrofotometri Serapan Atom) merupakan suatu metoda yang digunakan untuk penentuan unsur-unsur logam dan metalloid yang berdasarkan pada penyerapan absorpsi radiasi oleh atom bebas. Metoda ini sangat tepat untuk analisis zat pada konsentrasi rendah. Teknik ini mempunyai beberapa kelebihan dibandingkan dengan metode spektroskopi emisi konvensional. Metoda serapan sangatlah spesifik, logam-logam yang membentuk campuran kompleks dapat dianalisis dan selain itu tidak selalu diperlukan energi yang besar.

Prinsip penentuan metoda ini didasarkan pada penyerapan energi radiasi oleh atom-atom netral pada keadaan dasar dengan panjang gelombang tertentu yang menyebabkan tereksitasinya dalam berbagai tingkat energi. Keadaan eksitasi ini tidak stabil dan kembali ke tingkat dasar dengan melepaskan sebagian energi atau seluruh energy eksitasinya dalam bentuk radiasi.

2.7 Mineral Dalam Tubuh

Berdasarkan kegunaannya dalam aktivitas kehidupan, mineral (logam) dibagi menjadi dua golongan, yaitu mineral logam esensial dan nonesensial. Logam esensial diperlukan dalam proses fisiologis hewan, sehingga logam golongan ini merupakan unsur nutrisi penting yang jika kekurangan dapat menyebabkan kelainan proses fisiologis atau disebut penyakit defisiensi mineral. Mineral ini biasanya terikat dengan protein, termasuk enzim untuk proses metabolisme tubuh, yaitu kalsium (Ca), fosforus (P), kalium (K), natrium (Na), klorin (Cl), sulfur (S), magnesium (Mg), besi (Fe), tembaga (Cu), seng (Zn), mangan (Mn), kobalt (Co), iodin (I), dan selenium (Se). Logam nonesensial adalah golongan logam yang tidak berguna, atau belum diketahui kegunaannya dalam tubuh hewan, sehingga hadirnya unsur tersebut lebih dari normal dapat menyebabkan keracunan.

Logam bersifat toksik karena logam tersebut terikat dengan ligan dari struktur biologi. Diantara beberapa jenis logam yang telah ditemukan ternyata hanya beberapa logam yang sangat berbahaya dalam jumlah kecil yang dapat menyebabkan keracunan fatal. Logam-logam tersebut diantaranya arsen (As), kadmium (Cd), timbal (Pb), dan merkuri (Hg).¹⁹

Berdasarkan banyaknya, mineral dibagi menjadi dua kelompok, yaitu mineral makro dan mineral mikro. Mineral makro diperlukan atau terdapat dalam jumlah relatif besar, meliputi Ca, P, K, Na, Cl, S, dan Mg. Mineral mikro ialah mineral yang diperlukan dalam jumlah sangat sedikit dan umumnya terdapat dalam jaringan dengan konsentrasi sangat kecil, yaitu Fe, Mo, Cu, Zn, Mn, Co, I, dan Se.²⁰

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini telah dilakukan di Laboratorium Kimia Analisis Lingkungan dan Laboratorium Bioteknologi Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, serta Laboratorium Air Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Andalas, Padang. Penelitian dilakukan dari bulan Maret sampai Juni 2011.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini yaitu peralatan pembuat asap cair (wadah *stainless steel*, pemanas, kondensor, erlenmeyer, pompa air, selang air, standar, klem, termometer), seperangkat alat GC-MS QP 2010 S SHIMADZHU dengan kondisi operasional : temperature injeksi 300 °C, temperature detektor 300°C, temperatur kolom terprogram 70-280°C, kenaikan suhu 10°C/menit, detektor FID, gas pembawa helium, tekanan 16,0 Kpa, jenis kolom Rtx_5MS (30m x 0,25mm ID), RAY LEIGH AA Spektrofotometer WFX -320, spektrofotometer UV-Vis, otoklaf, neraca analitik, *stopwatch*, pH meter, gelas piala, labu ukur dan alat-alat gelas lainnya.

3.2.2 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu tandan salak yang diambil dari limbah hasil buangan sehabis panen di Parsalakan Tapanuli Selatan Sumatera Utara, bahan bakar LPG, akuades, DPPH (1,1-difenil-2-pikrilhidrazil), asam askorbat, etanol 70% dan 96%, kertas saring Whatman, aluminium foil, media PDA (*Potato Dextrose Agar*) dan NA (*Nutrient Agar*), dan spritus.

3.3 Pembuatan Reagen

3.3.1 Pereaksi DPPH

DPPH ditimbang sebanyak 4,93 mg kemudian dilarutkan dalam 250 mL methanol dalam labu ukur sehingga diperoleh larutan dengan konsentrasi 50 μ M.

3.3.2 Larutan Pembanding

(0, 1, 2, 3, 4, 5) gram asam askorbat ditambahkan 2 mL etanol 96% dan dilarutkan hingga volume 100 mL akuades pada labu ukur 100 mL.

3.3.3 Larutan Sampel

(0, 1, 2, 3, 4, 5) mL asap cair ditambahkan 2 mL etanol 96% dan dilarutkan hingga volume 100 mL akuades pada labu ukur 100 mL.

3.3.4. Larutan Standar Logam

Larutan induk logam (Ca, K, Fe, Mn, Zn, Cr, Cd, Cu, Na, Al, Ni, Sn, Ag, Co, Mg, Pb) 1000 ppm, diencerkan menjadi 100 ppm (mg/L). Kemudian larutan logam K, Na, Al, dan Fe masing-masing diencerkan menjadi larutan (2,5, 5, 10, 15, 20) mg/L pada labu ukur 100 mL, larutan logam Ca, Mn, Zn, Mg, Pb, Cr, Cd, dan Cu diencerkan menjadi larutan (1, 2, 3, 4, 5) mg/L pada labu ukur 100 mL, larutan logam Ni, Sn, dan Ag diencerkan menjadi larutan (0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5) mg/L dan Co diencerkan menjadi larutan (0,5; 1,0; 2,0; 3,0; 5,0) mg/L.

3.4 Preparasi Sampel

Tandan salak sebagai bahan dasar pembuatan asap cair ini sebelum digunakan terlebih dahulu dikeringkan dengan bantuan sinar matahari. Kemudian perkecil ukurannya menjadi \pm 5 cm.

3.5 Pembuatan Media

- Media NA (*Nutrient Agar*)

Akuades sebanyak 100 mL dibagi menjadi dua *bagian*, satu bagian untuk melarutkan *beef extract* dan *peptone*, dan sebagian lagi untuk melarutkan agar. Larutkan agar pada sebagian akuades dengan mengaduk secara konstan dan

diberi panas (dengan menggunakan kompor gas atau *hot plate stirrer*). Sementara itu sebagian akuades digunakan untuk melarutkan *peptone* dan *beef extract* (cukup dengan pengadukan). Kemudian larutan *peptone* dan *beef extract* dituangkan ke dalam larutan agar sampai homogen. Kemudian larutan disterilisasi dengan otoklaf.

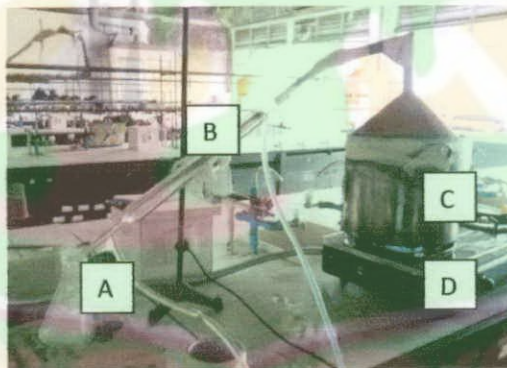
- Media PDA (*Potato Dextrose Agar*)

Kentang ditimbang sebanyak 3 gram (sebelum ditimbang sebaiknya dikupas dan diris kecil-kecil). Kemudian kentang direbus dalam sebagian akuades sampai lunak. Lalu diambil ekstraknya dengan menyaring dan memerasnya menggunakan kertas saring lalu ditampung di dalam Erlenmeyer baru. Agar dilarutkan dengan *hot plate stirrer* dalam 50 mL akuades, kemudian ditambahkan dekstrosa dan dihomogenkan lagi. Lalu ekstrak kentang dan agar-dekstrosa dicampurkan dan dihomogenkan. Kemudian larutan disterilisasi dalam otoklaf.

3.6 Prosedur Kerja

3.6.1 Pembuatan asap cair

Proses pembuatan asap cair dapat dilihat pada gambar 2 di bawah ini :



Gambar 2. Alat pembuat asap cair tandan salak

Keterangan alat :

- A. Erlenmeyer
- B. Kondensor
- C. Wadah *stainless steel*
- D. Kompor gas (LPG)

1000 gram tandan salak ditimbang, kemudian dimasukkan ke dalam wadah *stainless* (tungku pirolisis), pasang tutupnya yang dilengkapi dengan termometer dan diletakkan di atas pemanas (kompur gas). Rangkaian alat kondensasi dipasangkan kondensor yang dialiri air, kemudian pemanas dihidupkan, ditunggu sampai keluar asap cair berupa tetesan-tetesan pada penampung. Pemanasan dilakukan sampai tidak ada lagi asap cair yang menetes.

Asap cair yang diperoleh merupakan asap cair yang masih mengandung tar. Untuk memisahkannya dilakukan dekantasi selama 1 minggu dan dilakukan penyaringan dengan menggunakan kertas saring.

3.6.2 Pengamatan Warna dan Bau Asap Cair

Dilakukan pengamatan terhadap warna dan bau dari asap cair. Pengamatan warna dilakukan setelah dihasilkannya asap cair dan sesudah dilakukannya dekantasi.

3.6.3 Pengukuran pH Asap Cair

Pengukuran pH asap cair dengan pH meter dilakukan setelah dekantasi dan penyaringan. pH meter dikalibrasi terlebih dahulu dengan larutan buffer standar pH 4 dan 7. Kemudian pH asap cair diukur dengan mencelupkan elektroda ke dalam asap cair, dibiarkan sampai diperoleh nilai yang konstan.

3.6.4 Karakterisasi Asap Cair dengan GC-MS

Asap cair hasil saringan dikarakterisasi di Laboratorium Kesehatan, Padang dengan menggunakan GC-MS QP 2010S SHIMADZHU dengan kondisi operasional : temperatur injeksi 300 °C, temperatur detektor 300°C, temperatur kolom terprogram 70-280°C, kenaikan suhu 10°C/menit, detector FID, gas pembawa helium, tekanan 16,0 Kpa, jenis kolom Rtx_5MS (30m x 0,25mm ID).

3.6.5 Uji Aktivitas Antimikroba Asap Cair

Aktifitas antibakteri asap cair diuji dengan menggunakan metoda daya hambat. Bakteri yang digunakan adalah *Salmonella sp* dan jamur yang digunakan adalah *Rhizopus sp*.

Medium NA dan PDA dibuat sesuai komposisi yang kita inginkan. pH diatur ± 7 , dan disterilkan dengan otoklaf. Medium dimasukkan ke dalam cawan petri steril dan dibiarkan beku. Kertas cakram direndam dalam cairan asap cair 1, 2, 3, 4, dan 5%. Setelah medium dingin, biakan *Salmonella sp* ditanam pada medium NA dan *Rhizopus sp* pada medium PDA secara aseptik. Biakan tersebut diolesi secara merata di permukaan media. Kertas cakram yang telah direndam pada asap cair tadi diletakkan di atas media NA yang telah di olesi bakteri *Salmonella sp* serta media PDA yang telah di olesi jamur *Rhizopus sp*. Inkubasi selama 24 jam. Diukur zona bening yang terbentuk.

3.6.6 Uji Aktifitas Antioksidan Asap Cair

Pengujian aktifitas antioksidan dilakukan dengan metoda pengikatan radikal DPPH (1,1 – difenil-2 pikrihidrazil).

- Larutan sampel
0,4 mL larutan asap cair (0, 1, 2, 3, 4, 5)% ditambahkan larutan 7,6 mL DPPH, didiamkan 30 menit dan diukur pada panjang gelombang maksimum
- Larutan pembanding (asam askorbat)
0,4 mL larutan asam askorbat (0, 1, 2, 3, 4, 5)% ditambahkan 7,6 mL larutan DPPH, didiamkan 30 menit dan diukur pada panjang gelombang maksimum. Aktivitas antioksidan sampel ditentukan oleh besarnya hambatan serapan DPPH melalui perhitungan persentase inhibisi serapan DPPH dengan menggunakan rumus :

$$\% \text{ inhibisi} = \frac{A_1 - A_2}{A_1} \times 100\%$$

Keterangan :

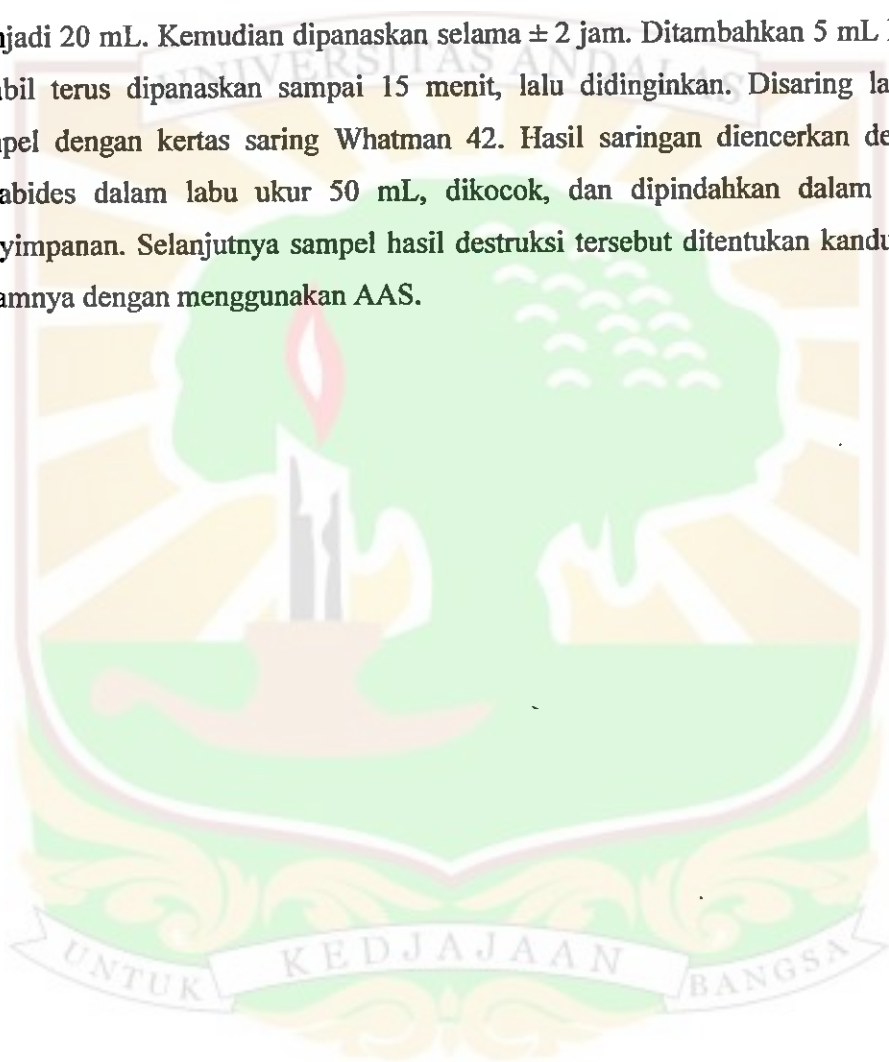
A_1 = Absorban DPPH 50 μM pada panjang gelombang serapan maksimum

A_2 = Absorban (DPPH + Asap Cair)

3.6.7 Penentuan Kandungan Logam dalam Asap Cair dengan AAS

Asap cair tandan salak hasil saringan ditentukan kandungan logamnya dengan menggunakan alat AAS (RAYLEIGH WFX-320 AA Spektrophotometer) di Laboratorium Air, Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Andalas.

Sebanyak 50 mL sampel asap cair dimasukkan dalam gelas piala 100 mL. Ditambahkan 5 mL HNO_3 , lalu dipanaskan sampai larutan berkurang menjadi 30 mL. Ditambahkan kembali 5 mL HNO_3 dan dipanaskan sampai larutan berkurang menjadi 20 mL. Kemudian dipanaskan selama ± 2 jam. Ditambahkan 5 mL H_2O_2 sambil terus dipanaskan sampai 15 menit, lalu didinginkan. Disaring larutan sampel dengan kertas saring Whatman 42. Hasil saringan diencerkan dengan akuabides dalam labu ukur 50 mL, dikocok, dan dipindahkan dalam botol penyimpanan. Selanjutnya sampel hasil destruksi tersebut ditentukan kandungan logamnya dengan menggunakan AAS.

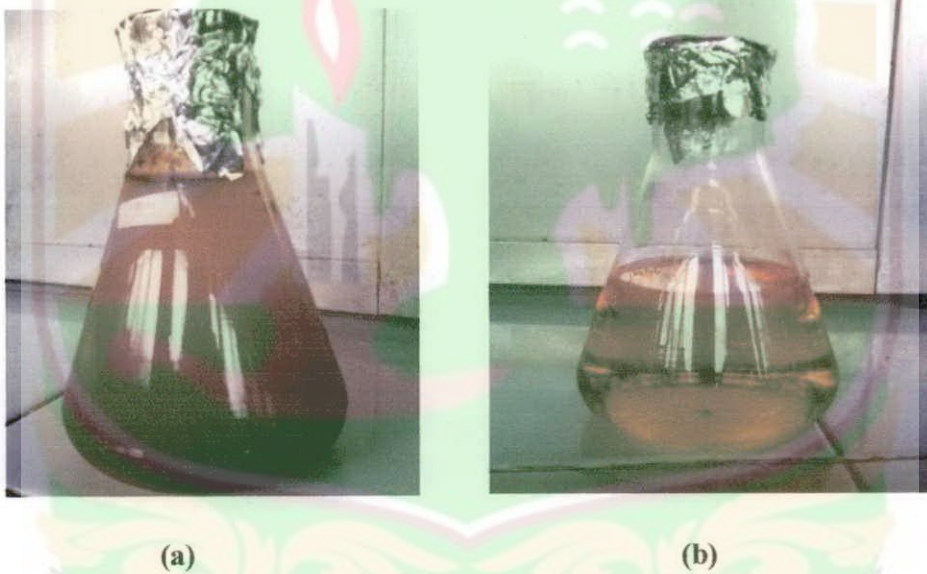


BAB IV

HASIL DAN DISKUSI

4.1 Hasil Pengamatan Warna dan Bau Asap Cair Tandan Salak

Asap cair yang dihasilkan dari pirolisis 1000 gram tandan salak adalah ± 250 mL, memiliki warna coklat tua yang bercampur dengan cairan hitam kental dan memiliki bau asap yang sangat keras. Kemudian dilakukan dekantasi selama 1 minggu dan terlihat pemisahan antara cairan coklat bening pada bagian atas dan hitam pekat pada bagian bawah dan sedikit mengapung pada permukaan. Kemudian dilakukan penyaringan yang bertujuan untuk mendapatkan asap cair yang diinginkan. Penyaringan dilakukan dengan menggunakan kertas saring Whatman 42. Asap cair tandan salak sebelum dan sesudah disaring dapat dilihat pada Gambar 3 di bawah ini :



Gambar 3. Cairan kondensat tandan salak sebelum disaring (a) dan setelah disaring (b)

Warna coklat dari asap cair dipengaruhi oleh senyawa karbonil yang terdapat dalam asap cair. Sedangkan aroma atau bau spesifik dipengaruhi oleh derivat fenol yang terdapat dalam asap cair.¹² Dalam asap cair tandan salak

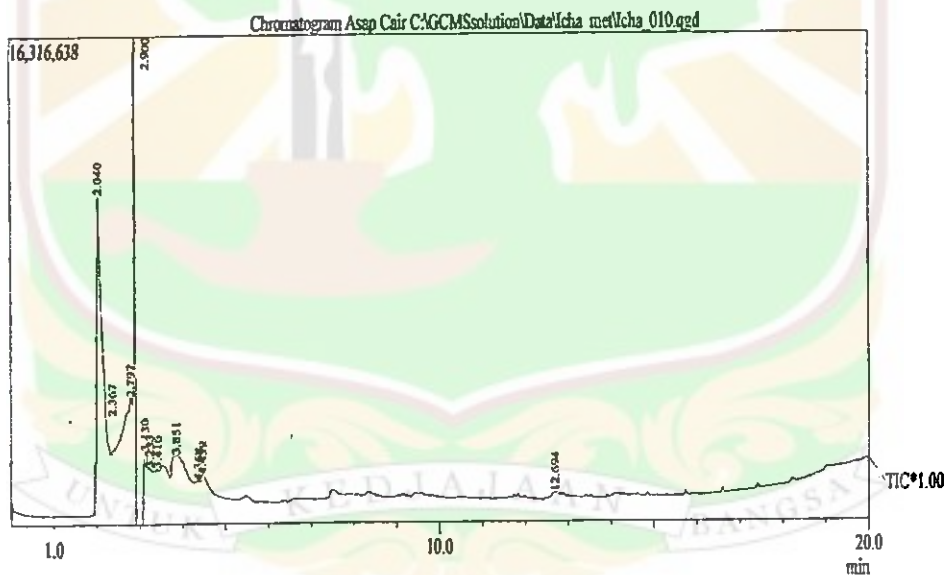
terdapat senyawa karbonil yaitu penten-2-on dan derivat fenol yaitu p-guaiakol dan guaiakol.

4.2 Hasil Pengukuran pH Asap Cair Tandan Salak

Asap cair dari hasil penyaringan ditentukan pHnya dengan menggunakan pH meter. Setelah dilakukan pengukuran diperoleh pH sebesar 2,11 untuk asap cair tandan salak. Hal ini menandakan bahwa asap cair tersebut bersifat asam. Sifat asam tersebut dipengaruhi oleh senyawa-senyawa golongan asam yang terkandung dalam asap cair, diantaranya asam asetat, asam benzen sulfonat, 4-hidroksi-, dan asam oleat. Senyawa-senyawa asam mempunyai peranan sebagai antibakteri dan membentuk cita rasa dari produk asapan.

4.3 Hasil Karakterisasi Asap Cair Tandak Salak

Karakterisasi asap cair dari tandan salak dilakukan di Balai Laboratorium Kesehatan, Padang pada bulan April 2011, dengan menggunakan GC-MS. Berikut merupakan kromatogram hasil karakterisasi dari GC-MS :



Gambar 4. Kromatogram hasil karakterisasi asap cair dari tandan salak dengan GC-MS

Tabel 1. Hasil karakterisasi asap cair tandan salak dengan GC-MS

| NO | Nama Senyawa | Waktu Retensi (tR)/min | % area |
|----|-----------------------------------|------------------------|--------|
| 1 | Asam asetat anhidrid | 2.040 | 5.22 |
| 2 | Penten-2-on | 2.367 | 0.37 |
| 3 | Trans-4-asetamida-2-sikloheksena | 2.797 | 3.90 |
| 4 | Asam asetat | 2.900 | 1.71 |
| 5 | 3,5-heksadien-2-ol | 3.130 | 0.75 |
| 6 | 2-(3,5-dimetil-1-pirazolil) succi | 3.233 | 0.53 |
| 7 | Piridin, 4-metil-, 1-oksida | 3.416 | 0.62 |
| 8 | Asam Benzensulfonat,4-hidroksi- | 3.851 | 1.73 |
| 9 | p-Guaiakol | 4.368 | 0.33 |
| 10 | Guaiakol | 4.459 | 0.55 |
| 11 | Asam oleat | 12.694 | 0.13 |
| 12 | 14-Beta-H-pregna | 26.488 | 84.16 |

Dari hasil identifikasi senyawa yang terdapat dalam asap cair tandan salak terlihat bahwa kandungan golongan asam terbesar adalah asam asetat anhidrida dengan waktu retensi 2.040 dan % area 5.22 yang mempengaruhi pH asap cair, cita rasa dan umur simpanan produk asapan serta mempunyai peran sebagai antibakteri.¹²Selain asam asetat anhidrida, juga terdapat senyawa asam lain yang mempengaruhi kualitas asap cair tandan salak, yaitu asam asetat 1,71%, asam benzensulfonat,4-hidroksi- (1,73%) dan asam oleat 0,13%.

Senyawa karbonil yang berperan dalam pewarnaan dan cita rasa produk asapan juga terdapat di dalam asap cair tandan salak, yaitu penten-2-one dengan % area 3,43%.

Senyawa berikutnya yang terdapat dalam asap cair tandan salak adalah senyawa derivat fenol yang berperan dalam pemberi aroma dan antioksidan. Senyawa tersebut adalah p-guaiakol (0,33%), guaiakol (0,55%).

Dalam asap cair juga terdapat senyawa metabolit sekunder yaitu pyridine, 4-methyl-, 1-oxide (3,416%) yang merupakan golongan alkaloid dan 14-Beta-H-pregna (84,16%) yang merupakan golongan steroid.

Selain senyawa-senyawa golongan asam, karbonil dan fenol juga terdapat senyawa lain dengan persentase yang tinggi, yaitu Trans-4-acetamido-2-cyclohexen (3,90%), 3,5-hexadien-2-ol (0,75%), dan 2-(3,5-dimethyl-1-pyrazolyl) succi (0.53%).

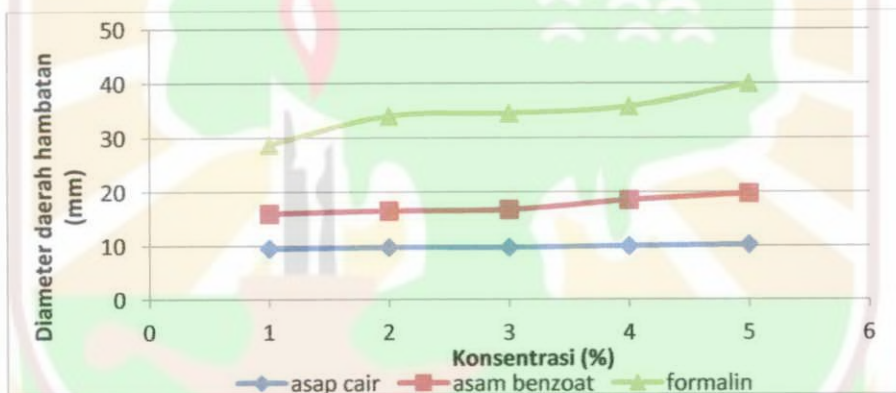
Selain senyawa – senyawa tersebut masih banyak lagi senyawa yang terkandung dalam asap cair tandan salak tetapi dalam jumlah yang sangat kecil.

4.4 Uji Aktivitas Antimikroba Asap Cair

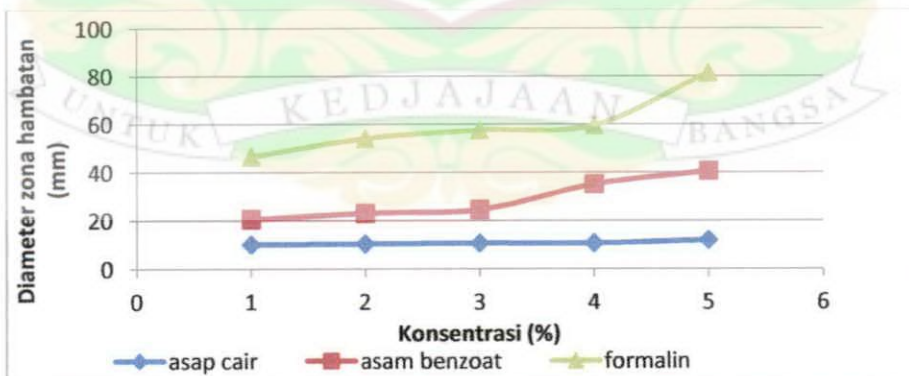
Pada uji aktifitas antimikroba digunakan bakteri *Salmonella sp* dan jamur *Rhizopus sp*. Digunakan akuades sebagai kontrol negatif dan asam benzoat (salah satu pengawet makanan yang biasa digunakan) serta formalin sebagai pembanding. Larutan uji yang digunakan adalah asap cair tandan salak dengan variasi konsentrasi (1, 2, 3, 4, dan 5)%.

Tabel 3 (lampiran 2) menunjukkan bahwa asap cair dengan konsentrasi 1% sudah mampu menghambat pertumbuhan bakteri dan jamur walaupun dengan daerah hambatan (diameter) yang kecil yaitu 9,50 mm untuk bakteri dan 10,25 mm untuk jamur. Daya hambat asap cair tersebut lebih kecil dari pada kontrol positif berupa asam benzoat, dimana asam benzoat pada konsentrasi 1% sudah dapat menghambat bakteri dan jamur dengan diameter daerah hambatan masing-masing 16,00 mm dan 20,50 mm. Demikian juga dengan konsentrasi asap cair yang lebih tinggi (2, 3, 4, dan 5%) memiliki diameter hambatan yang jauh lebih kecil dari asam benzoat. Hal tersebut dapat dilihat pada Gambar 5 dan 6. Jadi dapat disimpulkan bahwa daya hambat asap cair terhadap bakteri dan jamur lebih kecil dari daya hambat asam benzoat terhadap bakteri dan jamur. Jika uji aktifitas antimikroba dilakukan dengan menggunakan asap cair dengan konsentrasi yang lebih tinggi, diperkirakan daya hambat yang dihasilkannya akan lebih besar.

Jika dibandingkan dengan formalin, daya hambat asap cair dan asam benzoat jauh lebih kecil. Hal ini menunjukkan bahwa formalin sangat aktif menghambat pertumbuhan *Salmonella sp* dan *Rhizopus sp*. Dimana pada konsentrasi 1% formalin mampu memberikan diameter hambatan yang cukup besar yaitu 28,75 mm untuk bakteri dan 46,50 mm untuk jamur. Asam benzoat pada konsentrasi 1% memberikan diameter hambatan 16 mm untuk anti bakteri dan 20,50 mm untuk antijamur. Tetapi formalin sangat berbahaya jika digunakan sebagai pengawet makanan, karena dapat menyebabkan kanker jika masuk ke dalam tubuh. Asam benzoat merupakan pengawet yang diizinkan, tetapi harus digunakan berdasarkan kadar yang telah ditentukan. Jika melewati batas kadar yang telah ditentukan, maka hal tersebut juga berbahaya terhadap tubuh. Sedangkan asap cair tidak berbahaya bagi tubuh karena senyawa karsinogen berupa tar sudah tidak ada lagi walaupun daya hambatnya jauh lebih kecil dari daya hambat formalin.

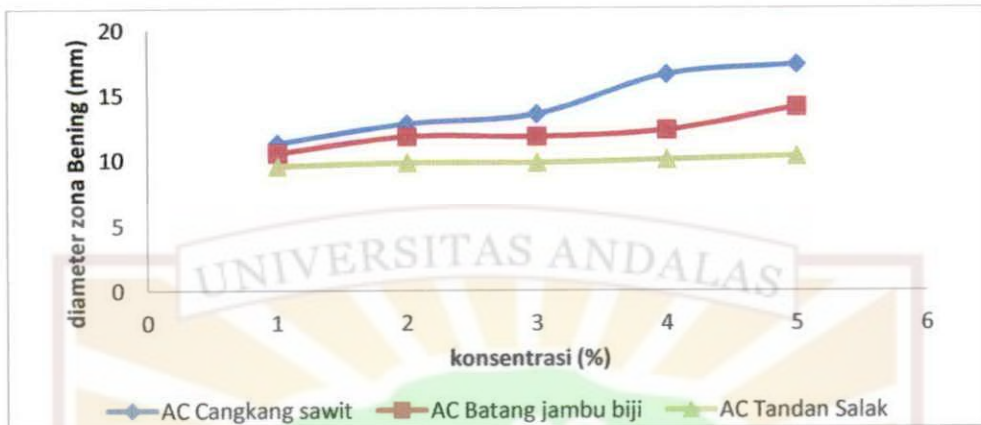


Gambar 5. Daya hambat larutan uji terhadap bakteri *Salmonella sp*

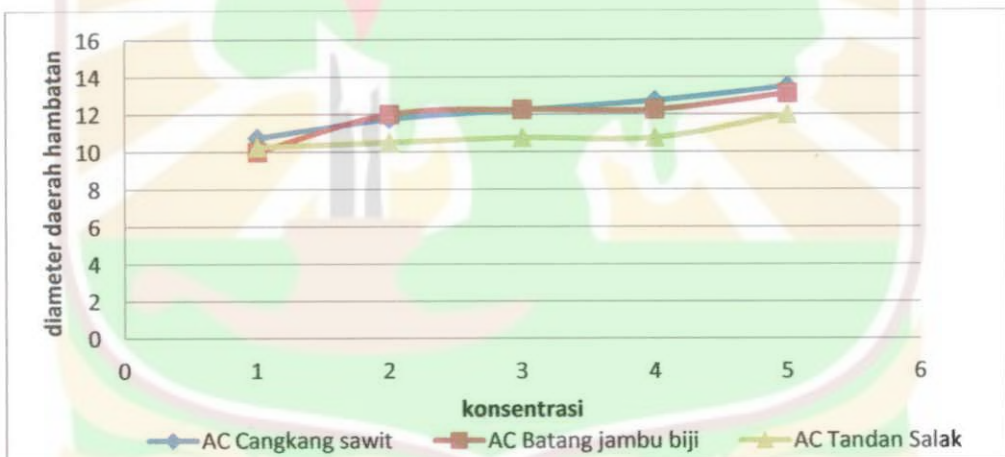


Gambar 6. Daya hambat larutan uji terhadap jamur *Rhizopus sp*

Perbandingan aktivitas antimikroba asap cair tandan salak dengan asap cair batang jambu biji dan asap cangkang sawit dapat dilihat pada Gambar 7 dan 8. Dari Gambar dapat disimpulkan bahwa asap cair tandan salak memiliki kemampuan yang paling rendah dalam menghambat pertumbuhan mikroba.



Gambar 7. Daya Hambat Asap Cair Cangkang Sawit, Batang Jambu Biji dan Tandan Salak terhadap Bakteri *Salmonella sp*



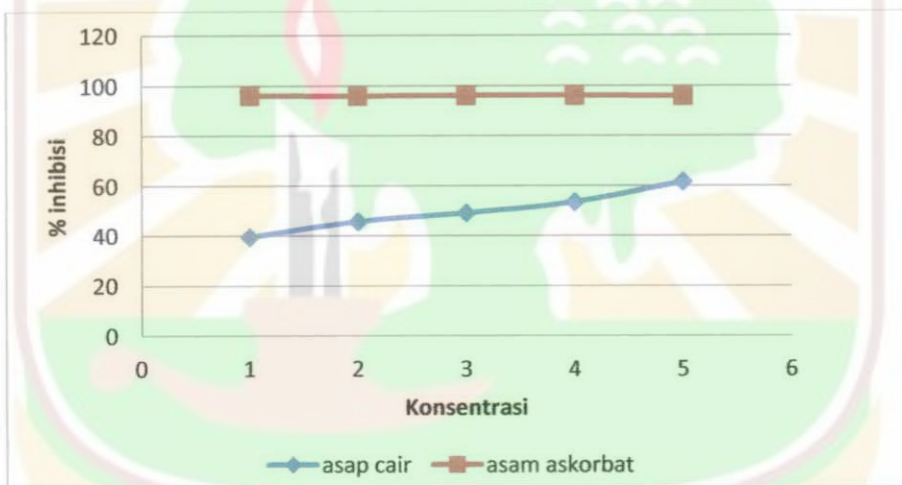
Gambar 8. Daya Hambat Asap Cair Cangkang Sawit, Batang Jambu Biji dan Tandan Salak terhadap Jamur *Rhizopus sp*

4.5 Hasil Uji Aktivitas Antioksidan Asap Cair

Asap cair tandan salak dapat digunakan sebagai antioksidan. Senyawa fenol diduga berperan sebagai antioksidan sehingga dapat memperpanjang masa simpan

dari produk asapan.⁹ Uji aktifitas antioksidan dari asap cair dilakukan dengan metode DPPH (1,1 difenil-2 pikrihidrazil).

Dari Gambar 9 dapat dilihat % inhibisi asap cair lebih kecil dari % inhibisi larutan antioksidan yang sudah teruji yaitu asam askorbat. Data dapat dilihat pada Tabel 4 (Lampiran 3). Pada Tabel 4 dapat dilihat bahwa nilai absorbansi dari asam askorbat dari konsentrasi 1% sampai 5% adalah konstan dan nilainya mendekati nol. Hal tersebut menandakan bahwa seluruh DPPH telah habis bereaksi, sehingga % inhibisinya hampir mencapai 100%. Sedangkan pada asap cair, semakin tinggi konsentrasi dari asap cair semakin kecil nilai absorbansinya. Pada konsentrasi yang paling tinggi yaitu 5% nilai absorbansinya adalah 0,256, dengan % inhibisi sebesar 61,74%. Jika uji aktifitas antioksidan dilakukan dengan menggunakan asap cair dengan konsentrasi yang lebih tinggi, diperkirakan % inhibisi yang dihasilkannya bisa hampir sebanding dengan asam askorbat.



Gambar 9. Aktivitas antioksidan penangkapan radikal DPPH

Jika dibandingkan dengan asap cair batang jambu biji dan asap cair cangkang sawit, asap cair tandan salak memiliki % inhibisi yang hampir sama dengan asap cair jambu biji dan lebih kecil dari % inhibisi cangkang sawit pada konsentrasi 2%. Karena pengaplikasian asap cair biasanya pada konsentrasi 2% maka dari data % inhibisi, yang memiliki aktivitas antioksidan yang lebih baik adalah asap cair cangkang sawit.

Tabel 2. Perbandingan % inhibisi asap cair tandan salak, jambu biji dan cangkang sawit.

| Asap cair (%) | % inhibisi | | |
|---------------|--------------|-----------------|--------------|
| | Tandan Salak | Cangkang Sawit* | Jambu Biji** |
| 1 | 39,57 % | 69 % | 18,70 % |
| 2 | 45,78 % | 73 % | 42,47 % |
| 3 | 49,23 % | 77 % | 74,36 % |
| 4 | 53,60 % | 83 % | 96,12 % |
| 5 | 61,73 % | 91 % | 96,42 % |

* Penelitian Irma Yanti Siregar

** Penelitian Novina Yuliana

Dari data hasil pengujian % inhibisi asap cair dilakukan perhitungan untuk mendapatkan IC_{50} (lampiran 3), yaitu konsentrasi yang diperlukan antioksidan untuk menangkap 50% radikal DPPH. Nilai IC_{50} dari asap cair tandan salak yaitu pada konsentrasi 3,12%.

4.6 Hasil Penentuan Kandungan Logam Dalam Asap Cair dengan AAS

Dari Tabel 23 (Lampiran 4) terlihat bahwa asap cair tandan salak mengandung mineral-mineral dengan konsentrasi yang cukup besar yaitu Na dengan konsentrasi tertinggi (4,357 ppm), K (2,824 ppm) dan Mg (1,476 ppm), dimana mineral-mineral tersebut merupakan mineral yang dibutuhkan oleh tubuh.

Selain itu juga terdapat mineral yang dibutuhkan sedikit di dalam tubuh, yaitu Fe (3,545 ppm), Cu (1,380 ppm), Mn (2,333 ppm) dan Zn (0,454 ppm). Untuk logam-logam yang berbahaya, terdapat logam Cd (0,511 ppm) dan Cr (2,818 ppm). Adanya logam berbahaya tidak menandakan bahwa asap cair tandan salak berbahaya karena asap cair yang digunakan adalah asap cair dengan konsentrasi yang kecil sehingga tidak terlalu mengkhawatirkan. Semua konsentrasi logam dalam asap cair tandan salak ini tidak melewati ambang batas jika dibandingkan dengan nilai ambang batas logam dalam makanan yang akan dikonsumsi (Lampiran 5). Lain halnya dengan logam lain seperti Pb, Al, Ni, Sn, Ag dan Ca yang tidak terdeteksi di dalam asap cair tandan salak. Untuk logam Pb, Al dan Ca konsentrasinya berada di bawah nilai LOQ (*Limit of Quantification*) sehingga nilai tersebut dianggap *noise* atau *trace*.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

- a. Tandan salak bisa digunakan sebagai bahan dasar dari pembuatan asap cair.
- b. Asap cair tandan salak mengandung beberapa senyawa antara lain asam asetat, asam benzensulfanoat 4-hidroksi, asam oleat, asam penten-2-on, p-guaikol, guaikol, piridin 4-metil 1-oksida, 14-beta-H-pregna, trans-4-asetamida-2-sikloheksena, 3,5-heksadiena-2-ol dan 2-(3,5-dimetil-1-pirazolil) succi.
- c. Asap cair memiliki aktifitas antimikroba karena adanya senyawa asam dalam asap cair tersebut. Tetapi daya hambatnya masih jauh lebih kecil dari daya hambat formalin dan asam benzoat (kontrol positif).
- d. Asap cair tandan salak memiliki aktifitas antioksidan dikarenakan adanya senyawa derivat fenol dalam asap cair tersebut. Jika dibandingkan dengan asam askorbat, aktifitas antioksidan asap cair tandan salak hampir mendekati aktifitas antioksidan dari asam askorbat.
- e. Di dalam asap cair tandan salak terdapat mineral-mineral yang dibutuhkan oleh tubuh diantaranya Na, K dan Mg. Selain itu juga terdapat mineral yang dibutuhkan sedikit di dalam tubuh, yaitu Fe, Cu, Mn dan Zn.

5.2 Saran

Untuk mendapatkan hasil yang maksimal, maka diperlukan alat pirolisis yang lebih canggih yang memiliki pengaturan suhu agar peneliti dapat mengetahui kapan pirolisis dihentikan, sehingga dapat mencegah pembentukan tar yang berlebihan. Kemudian untuk uji aktivitas antimikroba, sebaiknya dilakukan uji terhadap mikroba lain.

DAFTAR PUSTAKA

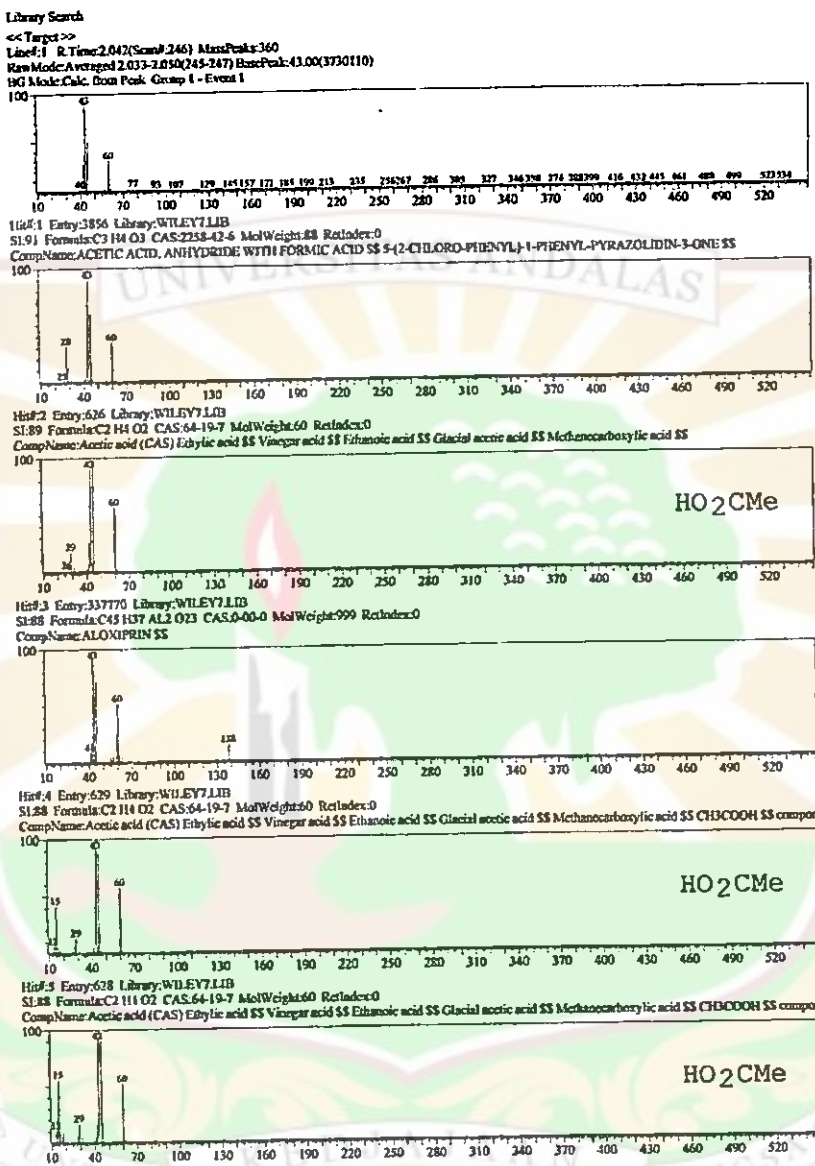
1. R. Rukmana. *Salak, Prospek Agribisnis dan Teknik Usaha Tani*. Kanisius : Yogyakarta (1999)
2. P. Darmaji, *Aktivitas Antibakteri Asap Cair yang Diproduksi dari Berbagai-Macam Limbah Pertanian*, Laporan Penelitian Mandiri, DPP-UGM, 1996, 16: 19-22.
3. Yefrida, F.Afrilia, I.T. Leon, Refilda, M. Salim. *Uji Aktivitas Anti Bakteri Asap Cair yang Berasal dari Batang Kayu Manis dan Kulit Kacang Tanah*. J.Ris.Kim. Vol. 2 No. 2, September 2009.
4. Refilda, Diana dan Indrawati. The Use of Liquid Smoke as An Alternative To Change Traditional Smoking Process on Bilih Fish (*Mystacoleuseus Padangensis*) That Live in Singkarak Lake, in *Proceeding International Seminar on Food and Agricultural Science*, Bukit Tinggi, February 17,2010.
5. P. Tamaela. *Efek Antioksidan Asap Cair Tempurung Kelapa untuk Menghambat Oksidasi Lipid pada Steak Ikan Cakalang (*Katsuwonus pelamis*) Asap Selama Penyimpanan*. Ichtyos. Vol. 2 No. 2 Hal 59-62 (2003).
6. A.T. Panagan dan N. Syarif. *Uji Daya Hambat Asap Cair dan Hasil Pirolisis Kayu Pelawan (*Tristania Abavata*) Terhadap Bakteri *Eschericia coli**. Jurnal Penelitian Sains.
7. H. Suskendriyeti, A. Wijayati, N. hidayah, D. Cahyuningdari. *Studi Morfologi dan Hubungan Kekerabatan Varietas Salak Pondoh (*Salacca zalacca (Gaert.) Voss.*) di Dataran Tinggi Sleman*. Biodiversitas Vol. 1, No. 2, Juli 2000, hal. 59-64
8. I. Fatimah dan J. Nugraha. *Identifikasi Hasil Pirolisis Serbuk Kayu Jati Menggunakan Principal Component Analysis*. Jurnal Ilmu Dasar. Vol.6 No.1 Hal 41-47 (2005).
9. J. P. Girard. *Smoking in Technology of Meat and Meat Products*. Ellis Horwood. New York (1992).
10. P. Darmaji, *Produksi Asap Cair dan Sifat-sifat antimikroba, Antioksidan serta Sensorisnya*. Laporan Penelitian Mandiri. DPP-UGM.
11. Y.A. Maga. *Smoke in Food Processing*. CSRC Press. Inc. Boca Raton (1987)

12. D.E. Pszczola. *Tour Highlights Production and Users of Smoke Based Flavours*. Food Technology (1)70-74 (1995).
13. H. M. Mc Nair, dan E.J. Bonelli. *Dasar Kromatografi Gas*. ITB : Bandung (1998)..
14. W. Lay, Bibiana dan S. Hastowo. 1992. *Mikrobiologi*. Jakarta : Rajawali Pers.
15. S.I Kuncahyo. *Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Belimbing Wuluh (Averrhoa bilimbi, L.) Terhadap 1,1-diphenyl-2-Picrylhidrazyl (DPPH)*. Seminar Nasional Teknologi 2007 (SNT 2007) Yogyakarta, 24 November 2007.
16. D. Pratimasari. *Uji Aktivitas Penangkap Radikal Buah Carica papaya L. Dengan Metode DPPH dan Penetapan Kadar Fenolik serta Flavonoid Totalnya*. Skripsi Sarjana Kimia. Universitas Muhammadiyah Surakarta (2009).
17. P. Molyneux. *The use the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity*. *J. Sci. Technol*, 26, 2, 211-219. (2004)
18. S.M Khopkar. *Konsep Dasar Kimia Analitik*. UI Press : Jakarta (1990).
19. Darmono.. *Logam dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup*. UI Press : Jakarta (1995).
20. P. McDonald, R.A. Edwards, and J.F.D. Greenhalg. *Animal Nutrition*. New York : John Willey and Sons Inc (1988).



Lampiran 1. Spektrum Massa Asap Cair Tandan Salak

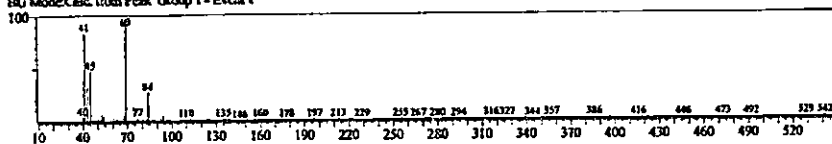
6/28/2011 12:18:01



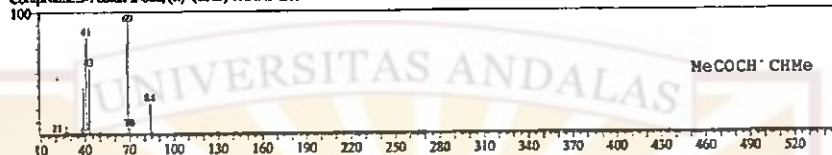
Library Search

<<Target>>

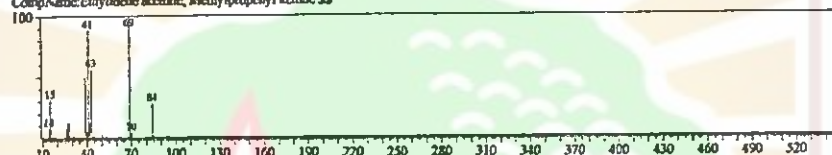
Line#1 RTime:2.367(Scan#:285) MassPeak:215
 Raw Mode: Averaged 2.358-2.374(284-286) BasePeak:69.00(11769)
 BG Mode: Calc. from Peak Group 1 - Event 1



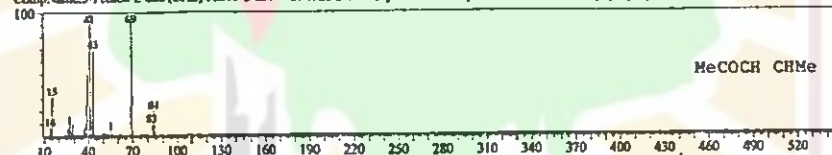
Hit#1 Entry:2770 Library:WILEY7.LIB
 SI:83 Formula:C5 H8 O CAS:3102-33-8 MolWeight:84 RetIndex:0
 CompName:3-Pentan-2-one, (E)- (CAS) TRANS-ETHYLIDENE ACETONE \$\$ TRANS-METHYL PROPENYL KETONE \$\$ (E)-3-Pentan-2-one \$\$ tra



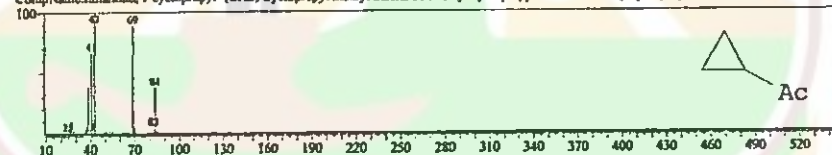
Hit#2 Entry:2597 Library:WILEY7.LIB
 SI:83 Formula:C4 H8 O2 CAS:0-00-0 MolWeight:84 RetIndex:0
 CompName:Ethylidene acetone; Methylpropenyl ketone \$\$



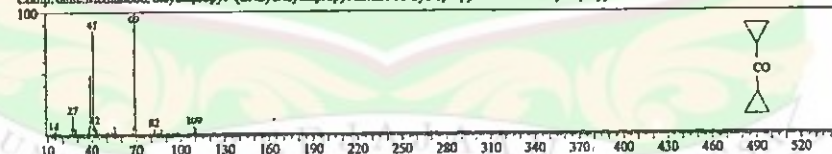
Hit#3 Entry:2774 Library:WILEY7.LIB
 SI:79 Formula:C5 H8 O CAS:624-33-2 MolWeight:84 RetIndex:0
 CompName:3-Pentan-2-one (CAS) PENT-2-EN-4-ONE \$\$ 2-Oxo-3-pentene \$\$ Ethylideneacetone \$\$ Methyl propenyl ketone \$\$ Methyl 1-propenyl ket



Hit#4 Entry:2810 Library:WILEY7.LIB
 SI:78 Formula:C5 H8 O CAS:765-43-5 MolWeight:84 RetIndex:0
 CompName:Ethanoic, 1-cyclopropyl- (CAS) Cyclopropyl methyl ketone \$\$ Methyl cyclopropyl ketone \$\$ Acetylcyclopropane \$\$ Ketone, cyclopropyl m



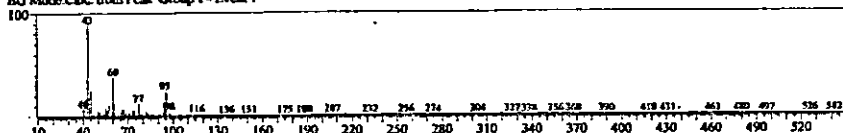
Hit#5 Entry:10267 Library:WILEY7.LIB
 SI:77 Formula:C7 H10 O CAS:1121-37-3 MolWeight:110 RetIndex:0
 CompName:Methanone, dicyclopropyl- (CAS) Dicyclopropyl ketone \$\$ Cyclopropyl ketone \$\$ Dicyclopropylmethanone \$\$ DICYCLOPROPYL-METH



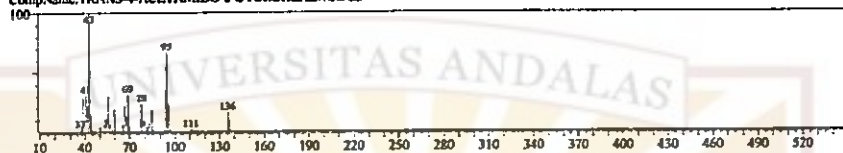
Library Search

<< Target >>

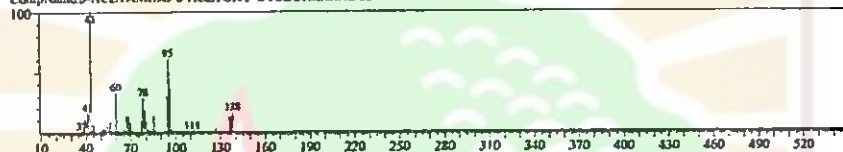
Line#1 R.Time:2.800(Scan#:317) Max:Peak:318
 Raw Mode: Averaged 2.792-2.808(316-318) BasePeak:43.D(68055)
 BG Mode: Calc. from Peak Group 1 - Event 1



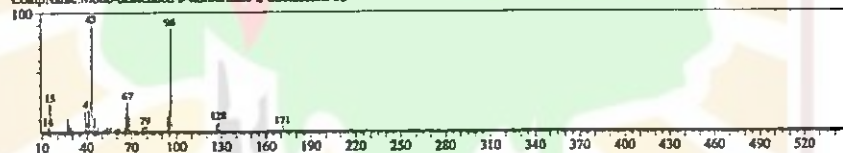
Hit#1 Entry:44609 Library:WILEY7.LIB
 SI:78 Formula:C8H13NO2 CAS:0-00-0 MolWeight:155 RetIndex:0
 CompName:TRANS-4-ACETAMIDO-2-CYCLOHEXENOL SS



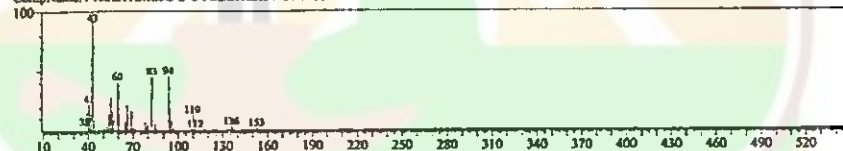
Hit#2 Entry:91504 Library:WILEY7.LIB
 SI:78 Formula:C10H15NO3 CAS:109256-85-2 MolWeight:197 RetIndex:0
 CompName:3-ACETAMIDO-6-ACETOXY-CYCLOHEXENE SS



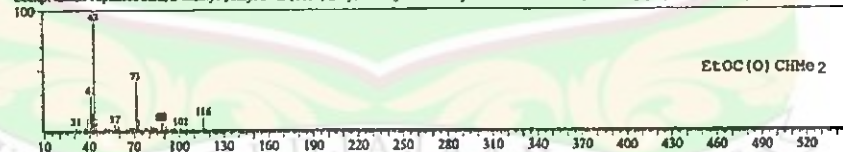
Hit#3 Entry:59880 Library:WILEY7.LIB
 SI:78 Formula:C9H11DO3 CAS:0-00-0 MolWeight:170 RetIndex:0
 CompName:Mono-desacetyl-5-norbornene-2-thiolactate SS



Hit#4 Entry:41621 Library:WILEY7.LIB
 SI:77 Formula:C8H11NO2 CAS:0-00-0 MolWeight:153 RetIndex:0
 CompName:4-ACETAMIDO-2-CYCLOHEXENONE SS



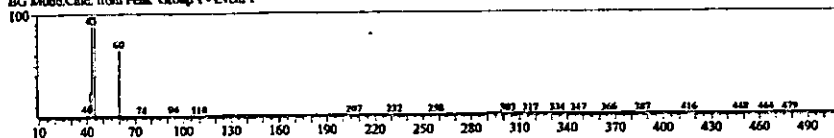
Hit#5 Entry:13672 Library:WILEY7.LIB
 SI:77 Formula:C6H12O2 CAS:97-62-1 MolWeight:116 RetIndex:0
 CompName:Propionic acid, 2-methyl-, ethyl ester (CAS) Ethyl isobutyrate SS Ethyl isobutanoate SS Ethyl 2-methylpropanoate SS Ethyl 2-methylpropionate SS



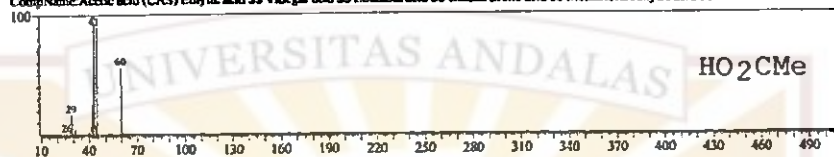
Library Search

<< Target >>

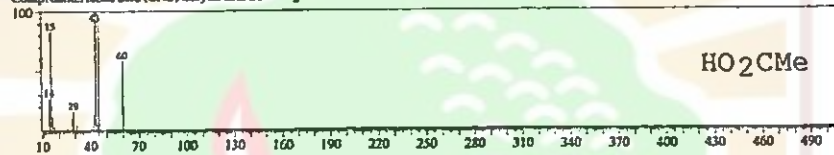
Line#:1 R.Time:2.900(Scan#:349) MassPeak:63
 RawMode:Averaged 2.892-2.908(348-350) BasePeak:43.05(3211230)
 BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1



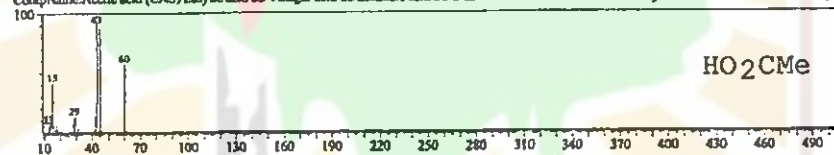
Hit#:1 Entry:626 Library:WILEY7.LIB
 SI:98 Formula:C2 H4 O2 CAS:64-19-7 MolWeight:60 RetIndex:0
 CompName:Acetic acid (CAS) Ethylic acid \$\$ Vinegar acid \$\$ Ethanoic acid \$\$ Glacial acetic acid \$\$ Methanocarboxylic acid \$\$



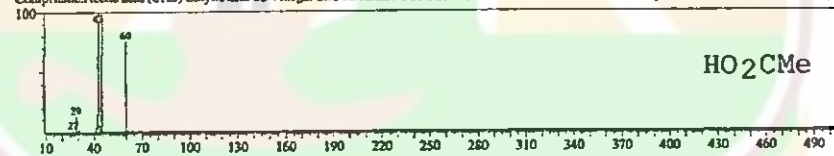
Hit#:2 Entry:627 Library:WILEY7.LIB
 SI:97 Formula:C2 H4 O2 CAS:64-19-7 MolWeight:60 RetIndex:0
 CompName:Acetic acid (CAS) Ethylic acid \$\$ Vinegar acid \$\$ Ethanoic acid \$\$ Glacial acetic acid \$\$ Methanocarboxylic acid \$\$ CH3COOH \$\$ compon



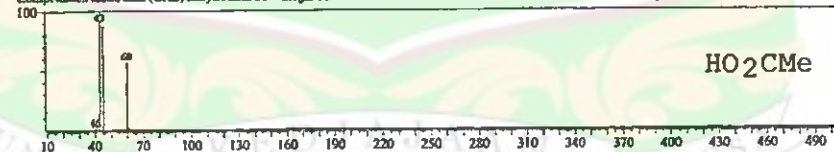
Hit#:3 Entry:629 Library:WILEY7.LIB
 SI:96 Formula:C2 H4 O2 CAS:64-19-7 MolWeight:60 RetIndex:0
 CompName:Acetic acid (CAS) Ethylic acid \$\$ Vinegar acid \$\$ Ethanoic acid \$\$ Glacial acetic acid \$\$ Methanocarboxylic acid \$\$ CH3COOH \$\$ compon



Hit#:4 Entry:630 Library:WILEY7.LIB
 SI:96 Formula:C2 H4 O2 CAS:64-19-7 MolWeight:60 RetIndex:0
 CompName:Acetic acid (CAS) Ethylic acid \$\$ Vinegar acid \$\$ Ethanoic acid \$\$ Glacial acetic acid \$\$ Methanocarboxylic acid \$\$ CH3COOH \$\$ compon



Hit#:5 Entry:632 Library:WILEY7.LIB
 SI:96 Formula:C2 H4 O2 CAS:64-19-7 MolWeight:60 RetIndex:0
 CompName:Acetic acid (CAS) Ethylic acid \$\$ Vinegar acid \$\$ Ethanoic acid \$\$ Glacial acetic acid \$\$ Methanocarboxylic acid \$\$ CH3COOH \$\$ compon



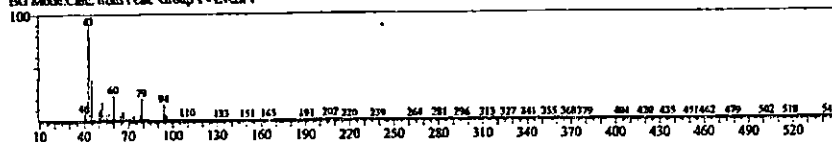
Library Search

<<Target>>

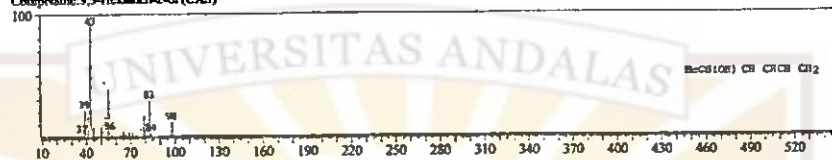
Line#:1 R.Time:3.133(Samp#:377) MassPeaks:366

Raw Mode: Averaged 3.125-3.142(376-378) BasePeak: 43.05(370017)

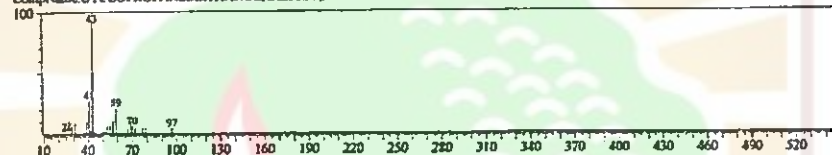
BG Mode: Calc. from Peak Group 1 - Event 1



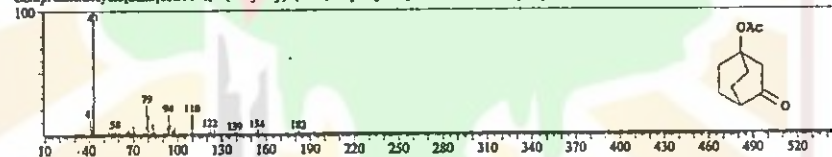
Hit#:1 Entry:5859 Library:WILEY7.LIB
 SI:77 Formula:C6 H10 O CAS:3280-51-1 MolWeight:98 RetIndex:0
 CompName:3,5-Hexadien-2-ol (CAS)



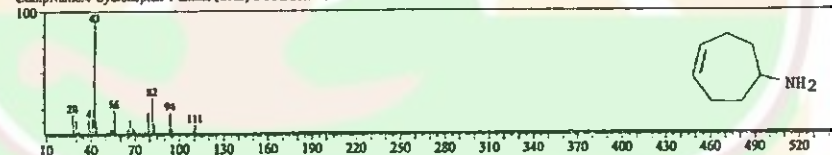
Hit#:2 Entry:10894 Library:WILEY7.LIB
 SI:77 Formula:C7 H12 O CAS:126434-25-1 MolWeight:112 RetIndex:0
 CompName:CYCLOPROPANEMETHANOL, ALPHA, ALPHA-DIMETHYL-2-METHYLENE- SS



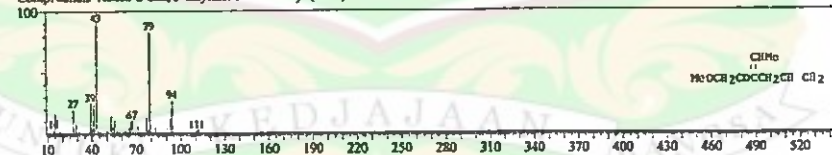
Hit#:3 Entry:73287 Library:WILEY7.LIB
 SI:77 Formula:C10 H14 O3 CAS:56324-76-6 MolWeight:182 RetIndex:0
 CompName:Bicyclo[2.2.2]octanone, 4-(acetyloxy)- (CAS) Bicyclo[2.2.2]octan-2-one, 4-(acetyloxy)- SS



Hit#:4 Entry:10500 Library:WILEY7.LIB
 SI:76 Formula:C7 H13 N CAS:53783-90-7 MolWeight:111 RetIndex:0
 CompName:4-Cyclohepten-1-amine (CAS) CYCLOHEPT-4-ENYLAMINE SS



Hit#:5 Entry:42399 Library:WILEY7.LIB
 SI:76 Formula:C9 H14 O2 CAS:55956-40-6 MolWeight:154 RetIndex:0
 CompName:5-Hexen-2-one, 3-cybidene-1-methoxy- (CAS) 4-METHOXYACETYL-1,4-HEXADIENE SS



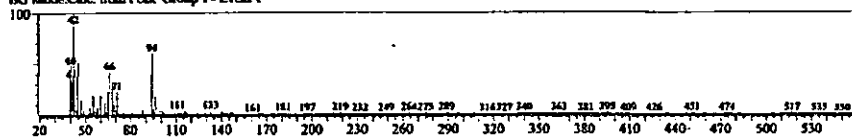
Library Search

<< Target >>

Line# 1 R-Time: 3.223 (Scan# 389) MassPeak: 255

Raw Mode: Averaged 3.225-3.242 (388-390) BasePeak: 42.05 (7905)

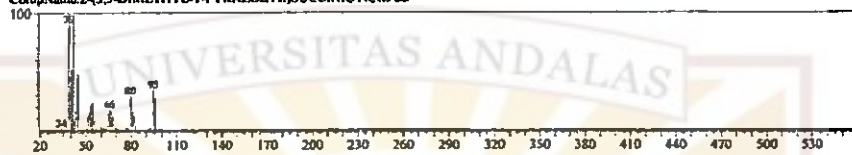
Scan Mode: Calc. from Peak Group 1 - Event 1



Hit# 1 Entry: 109798 Library: WILEY7.LIB

SI: 71 Formula: C9 H12 N2 O4 CAS: 0-00-0 MolWeight: 212 RetIndex: 0

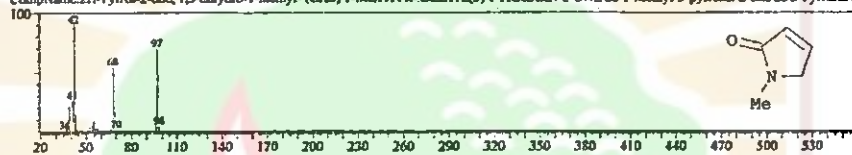
CompName: 2-(3,5-DIMETHYL-1-PYRAZOLYL)SUCCHINIC ACID SS



Hit# 2 Entry: 5462 Library: WILEY7.LIB

SI: 70 Formula: C5 H7 N O CAS: 13950-21-5 MolWeight: 97 RetIndex: 0

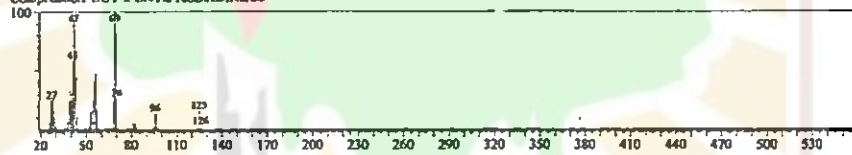
CompName: 2-(1-Pyrrol-2-one, 1,5-dihydro-1-methyl- (CAS) 1-METHYL- DELTA(3)-PYRROLIN-2-ONE SS 1-Methyl-3-pyrroline-2-one SS 3-Pyrroline-2



Hit# 3 Entry: 17380 Library: WILEY7.LIB

SI: 68 Formula: C5 H7 D N4 CAS: 0-00-0 MolWeight: 124 RetIndex: 0

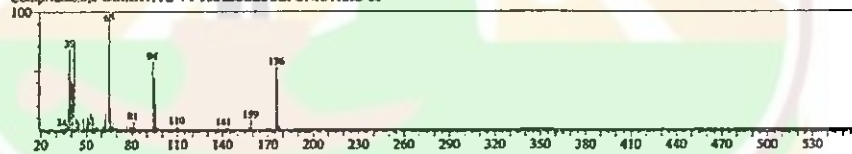
CompName: 1-BUT-2-ENYL-AZETIDINE SS



Hit# 4 Entry: 65993 Library: WILEY7.LIB

SI: 68 Formula: C5 H8 N2 O3 S CAS: 0-00-0 MolWeight: 176 RetIndex: 0

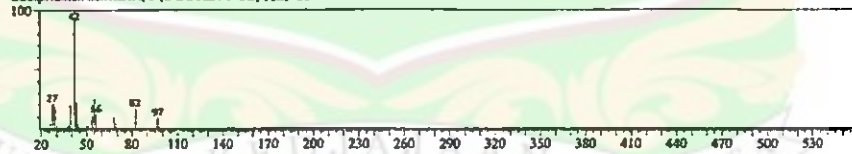
CompName: 3,5-DIMETHYL-4-PYRAZOLESULFONIC ACID SS



Hit# 5 Entry: 5494 Library: WILEY7.LIB

SI: 68 Formula: C6 H11 N CAS: 0-00-0 MolWeight: 97 RetIndex: 0

CompName: AZIRIDIN, 1-(2-BUTEN-1-YL)-, (Z)- SS



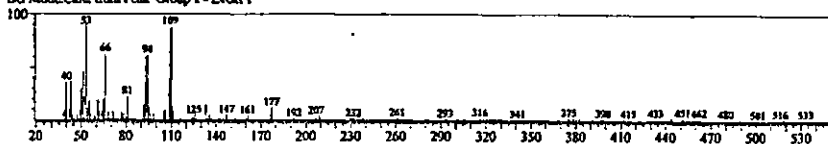
Library Search

<< Target >>

Line# 1 R.Time: 3.417 (Scan# 411) MassPeak: 243

Raw Mode: Averaged 3.402-3.425 (410-412) BasePeak: 109.05 (6174)

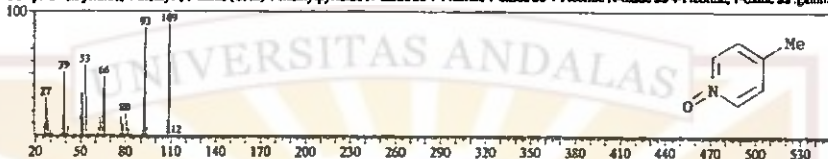
DG Mode: Calc. Evn Peak Group 1 - Evnt 1



Hit# 1 Entry: 9704 Library: WILEY7.LIB

SI: 72 Formula: C6 H7 N O CAS: 1003-67-4 MolWeight: 109 RetIndex: 0

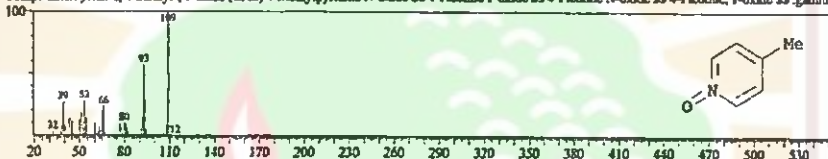
CompName: Pyridine, 4-methyl-, 1-oxide (CAS) 4-Methylpyridine N-oxide SS 4-Picoline 1-oxide SS 4-Picoline N-oxide SS 4-Picoline, 1-oxide SS .gamm



Hit# 2 Entry: 9703 Library: WILEY7.LIB

SI: 70 Formula: C6 H7 N O CAS: 1003-67-4 MolWeight: 109 RetIndex: 0

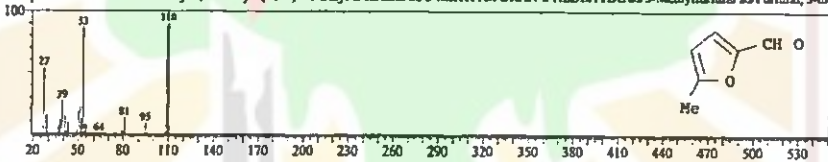
CompName: Pyridine, 4-methyl-, 1-oxide (CAS) 4-Methylpyridine N-oxide SS 4-Picoline 1-oxide SS 4-Picoline N-oxide SS 4-Picoline, 1-oxide SS .gamm



Hit# 3 Entry: 10136 Library: WILEY7.LIB

SI: 69 Formula: C6 H6 O2 CAS: 620-02-0 MolWeight: 110 RetIndex: 0

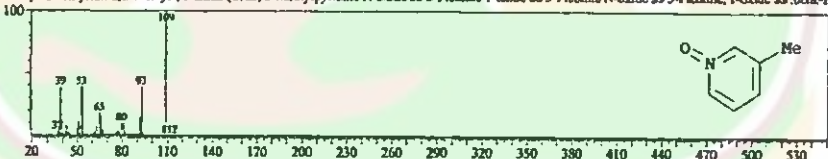
CompName: 2-Furancarboxaldehyde, 5-methyl- (CAS) 5-Methyl-2-furfural SS 5-METHYLFURAN-2-ALDEHYDE SS 5-Methylfurfural SS Furfural, 5-me



Hit# 4 Entry: 9701 Library: WILEY7.LIB

SI: 69 Formula: C6 H7 N O CAS: 1003-73-2 MolWeight: 109 RetIndex: 0

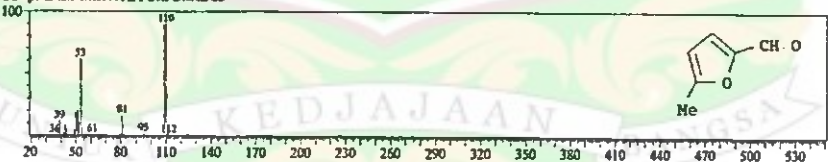
CompName: Pyridine, 3-methyl-, 1-oxide (CAS) 3-Methylpyridine N-oxide SS 3-Picoline 1-oxide SS 3-Picoline N-oxide SS 3-Picoline, 1-oxide SS .beta.-F



Hit# 5 Entry: 9825 Library: WILEY7.LIB

SI: 69 Formula: C6 H6 O2 CAS: 620-02-0 MolWeight: 110 RetIndex: 0

CompName: 5-METHYLFURFURAL SS



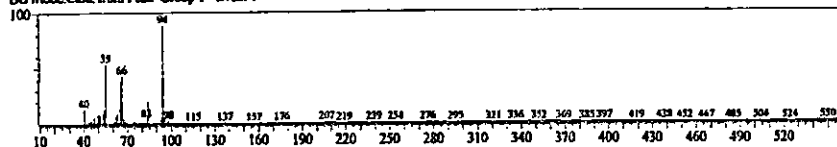
Library Search

<< Target >>

Line#:1 R.Time:3.850(Scan#:463) MassPeak:237

RawMode:Averaged 3.842-3.858(462-464) BasePeak:94.05(41965)

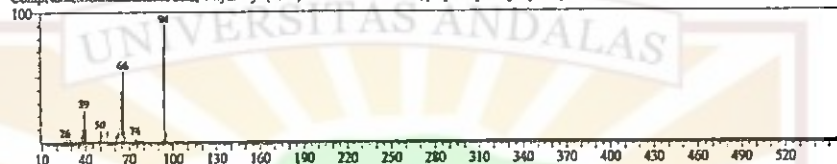
BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1



Hit#:1 Entry:64053 Library:WILEY7.LIB

SI:87 Formula:C6 H6 O4 S CAS:98-67-9 MolWeight:174 RetIndex:0

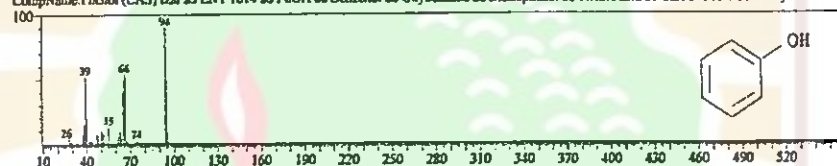
CompName:Benzenesulfonic acid, 4-hydroxy- (CAS) Benzenesulfonic acid, p-hydroxy- \$\$ p-Hydroxybenzenesulfonic acid \$\$ p-Phenolsulfonic acid \$\$ p



Hit#:2 Entry:4971 Library:WILEY7.LIB

SI:86 Formula:C6 H6 O CAS:108-95-2 MolWeight:94 RetIndex:0

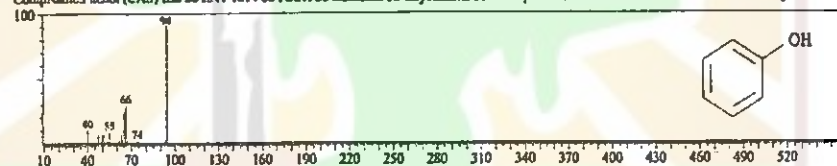
CompName:Phenol (CAS) Ial \$\$ ENT 1814 \$\$ PbO1 \$\$ Benzene1 \$\$ Oxybenzene \$\$ Monophenol \$\$ Phenic acid \$\$ Carboic acid \$\$ Phenylic acid \$\$



Hit#:3 Entry:4970 Library:WILEY7.LIB

SI:84 Formula:C6 H6 O CAS:108-95-2 MolWeight:94 RetIndex:0

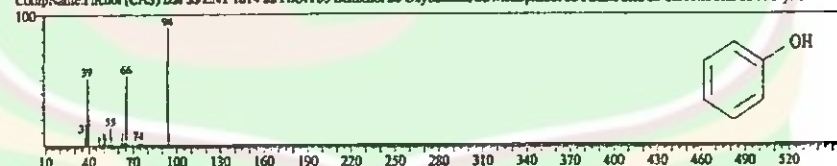
CompName:Phenol (CAS) Ial \$\$ ENT 1814 \$\$ PbO1 \$\$ Benzene1 \$\$ Oxybenzene \$\$ Monophenol \$\$ Phenic acid \$\$ Carboic acid \$\$ Phenylic acid \$\$



Hit#:4 Entry:4975 Library:WILEY7.LIB

SI:84 Formula:C6 H6 O CAS:108-95-2 MolWeight:94 RetIndex:0

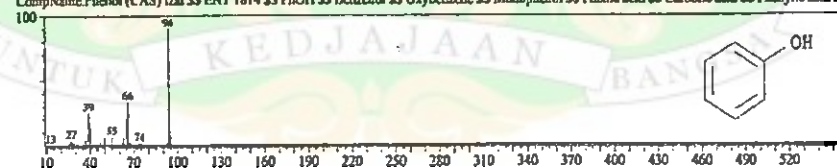
CompName:Phenol (CAS) Ial \$\$ ENT 1814 \$\$ PbO1 \$\$ Benzene1 \$\$ Oxybenzene \$\$ Monophenol \$\$ Phenic acid \$\$ Carboic acid \$\$ Phenylic acid \$\$



Hit#:5 Entry:4967 Library:WILEY7.LIB

SI:82 Formula:C6 H6 O CAS:108-95-2 MolWeight:94 RetIndex:0

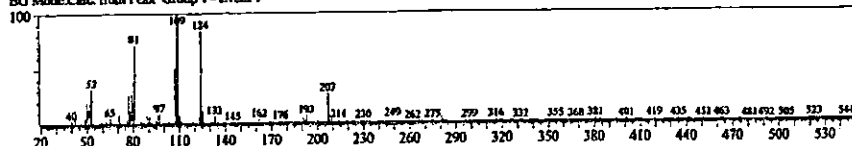
CompName:Phenol (CAS) Ial \$\$ ENT 1814 \$\$ PbO1 \$\$ Benzene1 \$\$ Oxybenzene \$\$ Monophenol \$\$ Phenic acid \$\$ Carboic acid \$\$ Phenylic acid \$\$



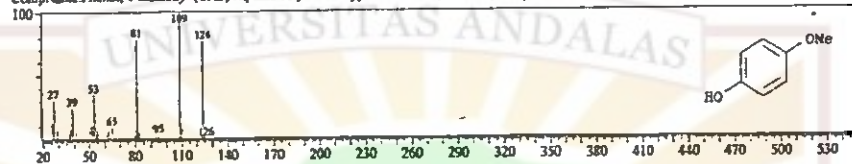
Library Search

<< Target >>

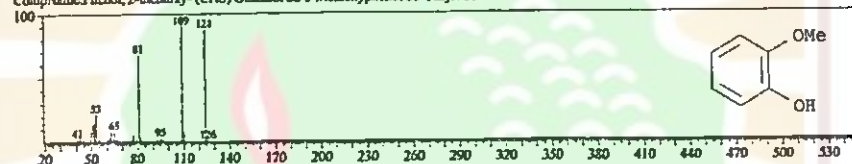
Line#1 R.Time:4.367(Scan#:525) MassPeak:246
 RawMode:Averaged 4.358-4.375(524-526) BasePeak:109.05(7668)
 BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1



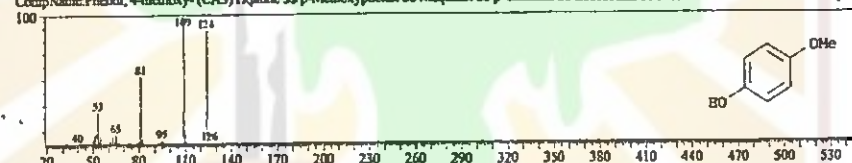
Hit#1 Entry:17543 Library:WILEY7.LIB
 SI:72 Formula:C7 H8 O2 CAS:150-76-5 MolWeight:124 RetIndex:0
 CompName:Phenol, 4-methoxy- (CAS) Hqsane \$\$ p-Methoxyphenol \$\$ Mequinol \$\$ p-Guaiacol \$\$ Leucobasal \$\$ Mechinolum \$\$ Leucodine b \$\$ p-H



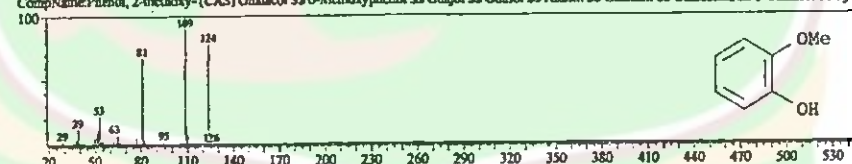
Hit#2 Entry:17528 Library:WILEY7.LIB
 SI:72 Formula:C7 H8 O2 CAS:90-05-1 MolWeight:124 RetIndex:0
 CompName:Phenol, 2-methoxy- (CAS) Guaiacol \$\$ o-Methoxyphenol \$\$ Guajol \$\$ Guaiol \$\$ Anacil \$\$ Guaiatil \$\$ Guaiacolina \$\$ o-Guaiacol \$\$ Pyros



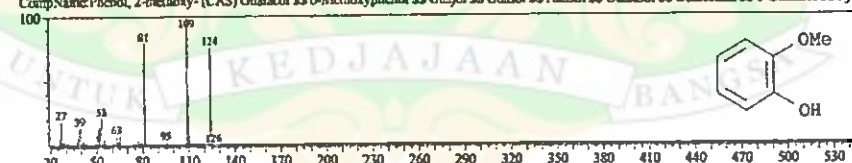
Hit#3 Entry:17544 Library:WILEY7.LIB
 SI:71 Formula:C7 H8 O2 CAS:150-76-5 MolWeight:124 RetIndex:0
 CompName:Phenol, 4-methoxy- (CAS) Hqsane \$\$ p-Methoxyphenol \$\$ Mequinol \$\$ p-Guaiacol \$\$ Leucobasal \$\$ Mechinolum \$\$ Leucodine b \$\$ p-H



Hit#4 Entry:17523 Library:WILEY7.LIB
 SI:71 Formula:C7 H8 O2 CAS:90-05-1 MolWeight:124 RetIndex:0
 CompName:Phenol, 2-methoxy- (CAS) Guaiacol \$\$ o-Methoxyphenol \$\$ Guajol \$\$ Guaiol \$\$ Anacil \$\$ Guaiatil \$\$ Guaiacolina \$\$ o-Guaiacol \$\$ Pyros



Hit#5 Entry:17522 Library:WILEY7.LIB
 SI:71 Formula:C7 H8 O2 CAS:90-05-1 MolWeight:124 RetIndex:0
 CompName:Phenol, 2-methoxy- (CAS) Guaiacol \$\$ o-Methoxyphenol \$\$ Guajol \$\$ Guaiol \$\$ Anacil \$\$ Guaiatil \$\$ Guaiacolina \$\$ o-Guaiacol \$\$ Pyros



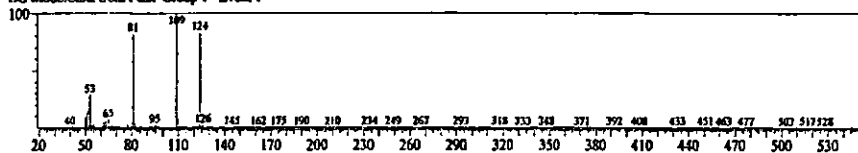
Library Search

<< Target >>

List#1 R-Time:4.458(Scan#:536) MassPeaks:222

RawMode: Averaged 4.450-4.467(535-537) BasePeak: 109.00(74143)

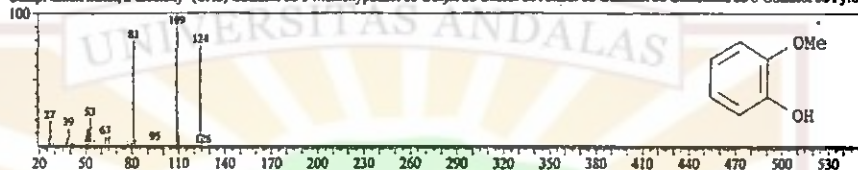
RG Mode: Calc. from Peak Group 1 - Event 1



Hit#1 Entry:17522 Library:WILEY7.LIB

SI:96 Formula:C7 H8 O2 CAS:90-05-1 MolWeight:124 RetIndex:0

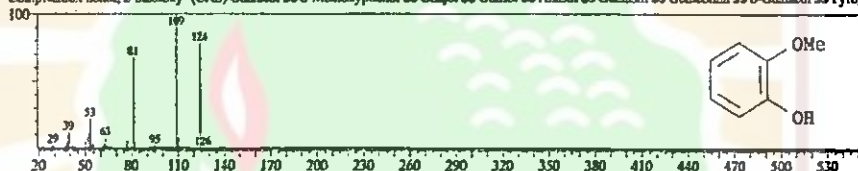
CompName: Phenol, 2-methoxy- (CAS) Guaiacol \$\$ o-Methoxyphenol \$\$ Guajol \$\$ Guaiol \$\$ Anstil \$\$ Guaiastil \$\$ Guaiacolina \$\$ o-Guaiacol \$\$ Pyro



Hit#2 Entry:17523 Library:WILEY7.LIB

SI:95 Formula:C7 H8 O2 CAS:90-05-1 MolWeight:124 RetIndex:0

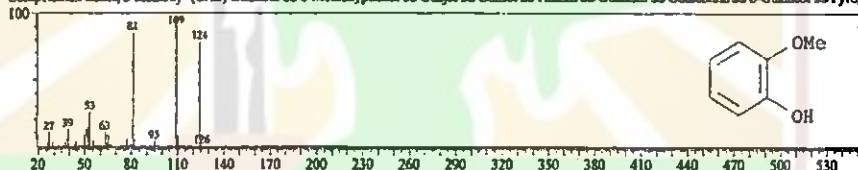
CompName: Phenol, 2-methoxy- (CAS) Guaiacol \$\$ o-Methoxyphenol \$\$ Guajol \$\$ Guaiol \$\$ Anstil \$\$ Guaiastil \$\$ Guaiacolina \$\$ o-Guaiacol \$\$ Pyro



Hit#3 Entry:17530 Library:WILEY7.LIB

SI:95 Formula:C7 H8 O2 CAS:90-05-1 MolWeight:124 RetIndex:0

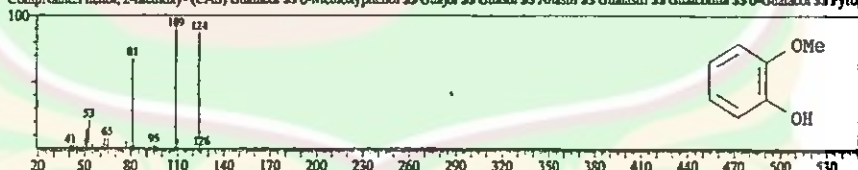
CompName: Phenol, 2-methoxy- (CAS) Guaiacol \$\$ o-Methoxyphenol \$\$ Guajol \$\$ Guaiol \$\$ Anstil \$\$ Guaiastil \$\$ Guaiacolina \$\$ o-Guaiacol \$\$ Pyro



Hit#4 Entry:17528 Library:WILEY7.LIB

SI:95 Formula:C7 H8 O2 CAS:90-05-1 MolWeight:124 RetIndex:0

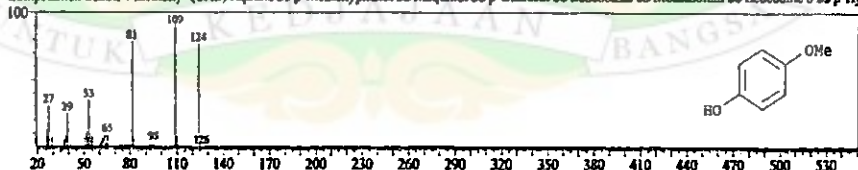
CompName: Phenol, 2-methoxy- (CAS) Guaiacol \$\$ o-Methoxyphenol \$\$ Guajol \$\$ Guaiol \$\$ Anstil \$\$ Guaiastil \$\$ Guaiacolina \$\$ o-Guaiacol \$\$ Pyro



Hit#5 Entry:17543 Library:WILEY7.LIB

SI:94 Formula:C7 H8 O2 CAS:150-76-5 MolWeight:124 RetIndex:0

CompName: Phenol, 4-methoxy- (CAS) Hqme \$\$ p-Methoxyphenol \$\$ Mequinol \$\$ p-Guaiacol \$\$ Lencobasal \$\$ Mequinofam \$\$ Leocodine b \$\$ p-H



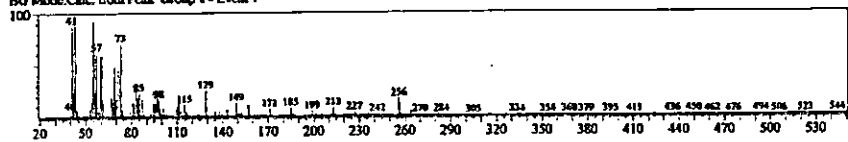
Library Search

<< Target >>

Line# 1 RTime:12.697(Scan#:1524) MassPeak:324

RawMode: Averaged 12.683-12.700(1523-1525) BasePeak:41.05(13955)

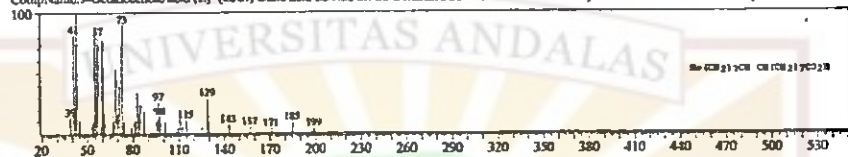
BG Mode: Calc. from Peak Group 1 - Event 1



Hit#1 Entry:193348 Library:WILEY7.LIB

SI:89 Formula:C18 H34 O2 CAS:112-80-1 MolWeight:282 RetIndex:0

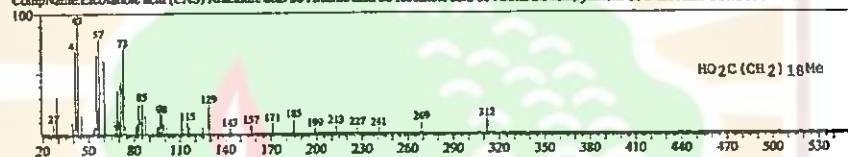
CompName:9-Octadecenoic acid (Z)- (CAS) Oleic acid SS Red oil SS Oleosane SS Olefine 7503 SS Pamolin 100 SS Emersol 211 SS Vopendene 27 SS cis-



Hit#2 Entry:223354 Library:WILEY7.LIB

SI:89 Formula:C20 H40 O2 CAS:506-30-9 MolWeight:312 RetIndex:0

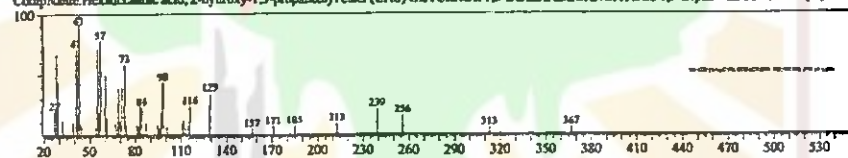
CompName:Eicosanoic acid (CAS) Arachidic acid SS Arachic acid SS Icosanoic acid SS Arachidic acid, synthetic SS n-Eicosanoic acid SS ARACHINSAE



Hit#3 Entry:324223 Library:WILEY7.LIB

SI:89 Formula:C20 H38 O5 CAS:502-52-3 MolWeight:369 RetIndex:0

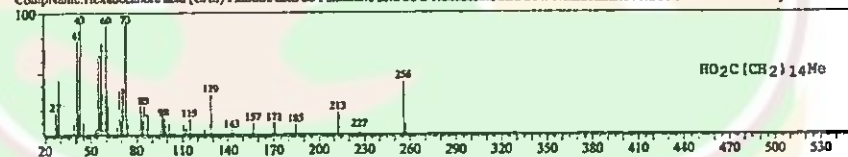
CompName:Hexadecanoic acid, 2-hydroxy-1,3-propanediyl ester (CAS) GLYCEROL 1,3-DIHEXADECANOATE SS 1,3-Dipalmitin SS Palmitin, 1,3-di-



Hit#4 Entry:164461 Library:WILEY7.LIB

SI:89 Formula:C16 H32 O2 CAS:57-10-3 MolWeight:256 RetIndex:0

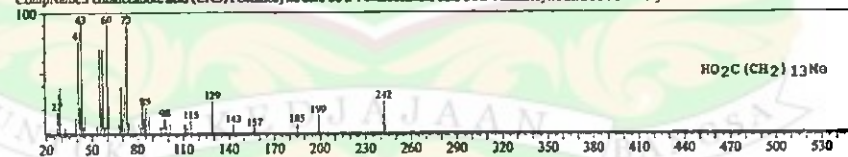
CompName:Hexadecanoic acid (CAS) Palmitic acid SS Palmitonic acid SS n-Hexadecanoic acid SS n-Hexadecanoic acid SS Pentadecanocarboxylic acid SS I



Hit#5 Entry:148359 Library:WILEY7.LIB

SI:87 Formula:C15 H30 O2 CAS:1002-84-2 MolWeight:242 RetIndex:0

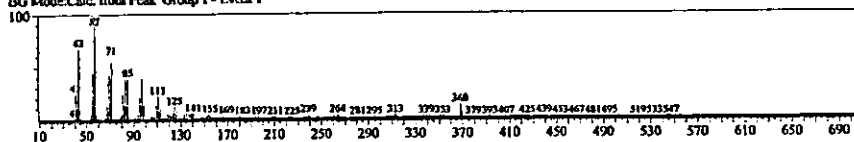
CompName:Pentadecanoic acid (CAS) Pentadecylic acid SS n-Pentadecanoic acid SS n-Pentadecylic acid SS Pentadecylic acid SS PENTADECANSAEU



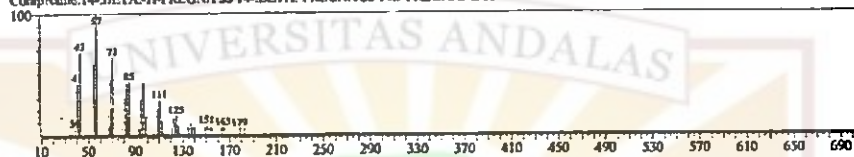
Library Search

<< Target >>

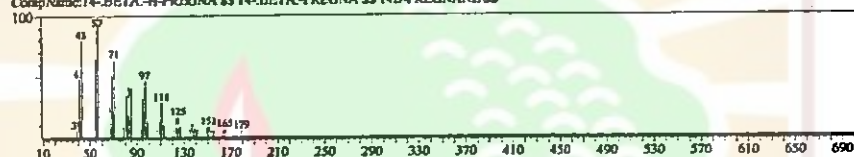
Line# 1 R.Time:26.492(Scan#:3180) MassPeak:511
 Raw Mode: Averaged 26.483-26.500(3179-3181) BasePeak: 57.05(2635057)
 BG Mode: Calc. from Peak Group 1 - Event 1



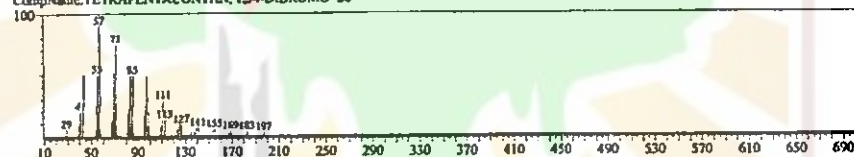
Hit# 1 Entry:199738 Library:WILEY7.LIB
 SI:90 Formula:C21 H36 CAS:0-00-0 MolWeight:288 RetIndex:0
 CompName:14-BETA-H-PREGNA \$\$ 14-BETA-PREGNA \$\$ 14B-PREGNANE \$\$



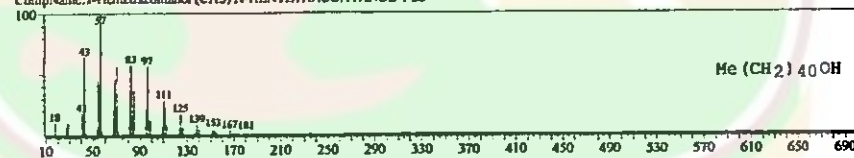
Hit# 2 Entry:199739 Library:WILEY7.LIB
 SI:90 Formula:C21 H36 CAS:0-00-0 MolWeight:288 RetIndex:0
 CompName:14-BETA-H-PREGNA \$\$ 14-BETA-PREGNA \$\$ 14B-PREGNANE \$\$



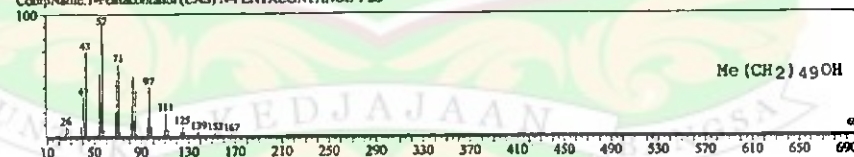
Hit# 3 Entry:337461 Library:WILEY7.LIB
 SI:59 Formula:C54 H108 BR2 CAS:0-00-0 MolWeight:915 RetIndex:0
 CompName:TETRAPENTACONTAN, 1,54-DIBROMO- \$\$



Hit# 4 Entry:328340 Library:WILEY7.LIB
 SI:88 Formula:C41 H84 O CAS:40710-42-7 MolWeight:593 RetIndex:0
 CompName:1-Hentetracontanol (CAS) N-HENTETRACONTANOL-1 \$\$



Hit# 5 Entry:334833 Library:WILEY7.LIB
 SI:88 Formula:C50 H102 O CAS:40710-43-8 MolWeight:719 RetIndex:0
 CompName:1-Pentacontanol (CAS) N-PENTACONTANOL-1 \$\$



Lampiran 2. Hasil Pengamatan Uji Aktivitas Antibakteri dan Antijamur dari Asap Cair Tandan Salak

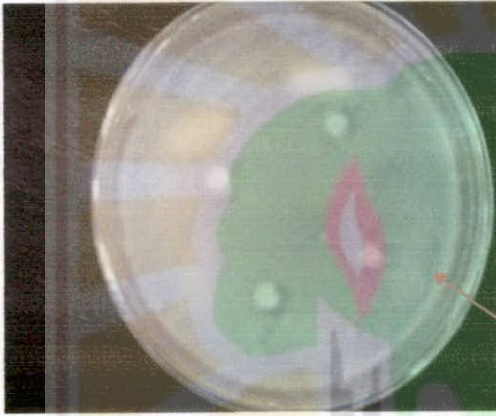
Tabel 3. Data diameter daerah hambat dengan berbagai larutan uji terhadap *Salmonella sp* dan *Rhizopus sp*

| Larutan uji | Diameter Hambat Terhadap Bakteri <i>Salmonella sp</i> (mm) | Diameter Hambat Terhadap Jamur <i>Rhizopus sp</i> (mm) |
|---------------------------|--|--|
| Aquades | - | - |
| Asap cair tandan salak 1% | 9,50 | 10,25 |
| Asap cair tandan salak 2% | 9,75 | 10,50 |
| Asap cair tandan salak 3% | 9,75 | 10,75 |
| Asap cair tandan salak 4% | 10,00 | 10,75 |
| Asap cair tandan salak 5% | 10,25 | 12,00 |
| Asam benzoat 1% | 16,00 | 20,50 |
| Asam benzoat 2% | 16,50 | 23,00 |
| Asam benzoat 3% | 16,75 | 24,50 |
| Asam benzoat 4% | 18,50 | 35,00 |
| Asam benzoat 5% | 19,75 | 40,50 |
| Formalin 1% | 28,75 | 46,50 |
| Formalin 2% | 34,00 | 54,00 |
| Formalin 3% | 34,50 | 57,50 |
| Formalin 4% | 35,75 | 59,50 |
| Formalin 5% | 40,00 | 81,50 |



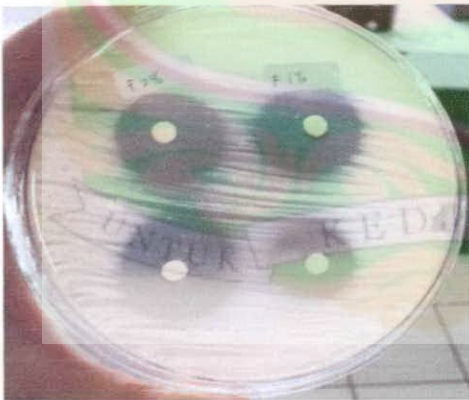
zona bening yang terbentuk

Gambar 10. Daerah hambatan asap cair tandan salak pada konsentrasi 5% untuk antijamur

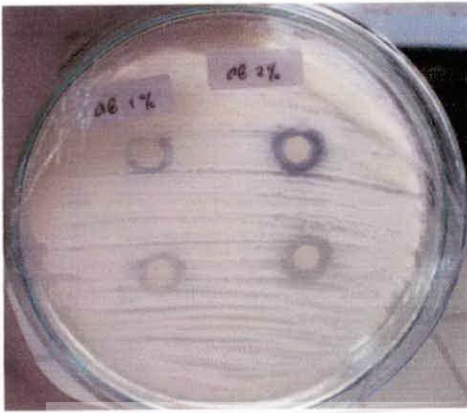


Zona bening yang terbentuk

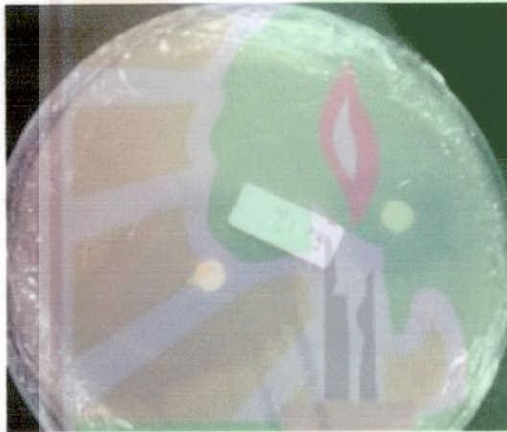
Gambar 11. Daerah hambatan asap cair tandan salak pada konsentrasi 3 % dan 4 % untuk antibakteri



Gambar 12. Daerah hambatan formalin pada konsentrasi 1% dan 2 % untuk antijamur



Gambar 13. Daerah hambatan asam benzoat pada konsentrasi 1 % dan 2 % untuk antijamur



Gambar 14. Daerah hambatan formalin pada konsentrasi 1 % untuk antibakteri



Gambar 15. Daerah hambatan asam benzoat pada konsentrasi 1 % untuk antibakteri

Lampiran 3. Hasil Uji Aktivitas Antioksidan dari Asap Cair Tandan Salak

Tabel 4. Data absorban asap cair tandan salak dan asam askorbat

| Konsentrasi | Absorban asap cair | Absorban asam askorbat |
|-------------|--------------------|------------------------|
| 1 % | 0,414 | 0,025 |
| | 0,374 | 0,026 |
| 2 % | 0,362 | 0,028 |
| | 0,345 | 0,025 |
| 3 % | 0,335 | 0,025 |
| | 0,327 | 0,025 |
| 4 % | 0,291 | 0,025 |
| | 0,314 | 0,025 |
| 5 % | 0,243 | 0,027 |
| | 0,256 | 0,026 |

- Contoh perhitungan pengukuran % inhibisi asap cair tandan salak :

$$\% \text{ inhibisi} = \frac{A_1 - A_2}{A_1} \times 100\%$$

Keterangan :

- A_1 = Absorban DPPH 50 μ M pada panjang gelombang serapan maksimum
- A_2 = Absorban (DPPH + Asap Cair)

DPPH $\lambda = 517 \text{ nm} \rightarrow$ Absorban = 0,652

- Untuk 1% asap cair tandan salak

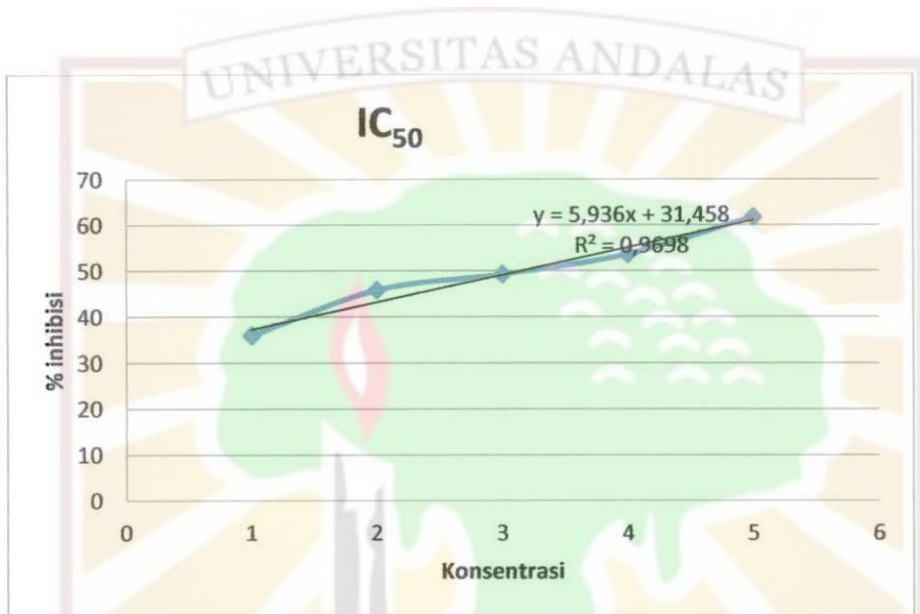
$$\% \text{ inhibisi} = \frac{0,652 - 0,414}{0,652} \times 100\% = 36,50 \%$$

$$\% \text{ inhibisi} = \frac{0,652 - 0,374}{0,652} \times 100\% = 42,64 \%$$

Maka % inhibisi asap cair tandan salak pada konsentrasi 1% adalah 39,57 %

Tabel 5. Data % inhibisi asap cair tandan salak dan asam askorbat

| Konsentrasi Sampel | asap cair | asam askorbat |
|--------------------|-----------|---------------|
| 1 % | 35,97 % | 96,08 % |
| 2 % | 45,78 % | 95,94 % |
| 3 % | 49,24 % | 96,16 % |
| 4 % | 53,60% | 96,16 % |
| 5 % | 61,74 % | 95,94 % |



Gambar 16. Kurva Kalibrasi Penentuan IC₅₀

$$y = 5,936x + 31,458$$

$$50 = 5,936x + 31,458$$

$$x = \frac{50 - 31,458}{5,936}$$

$$x = 3,12$$

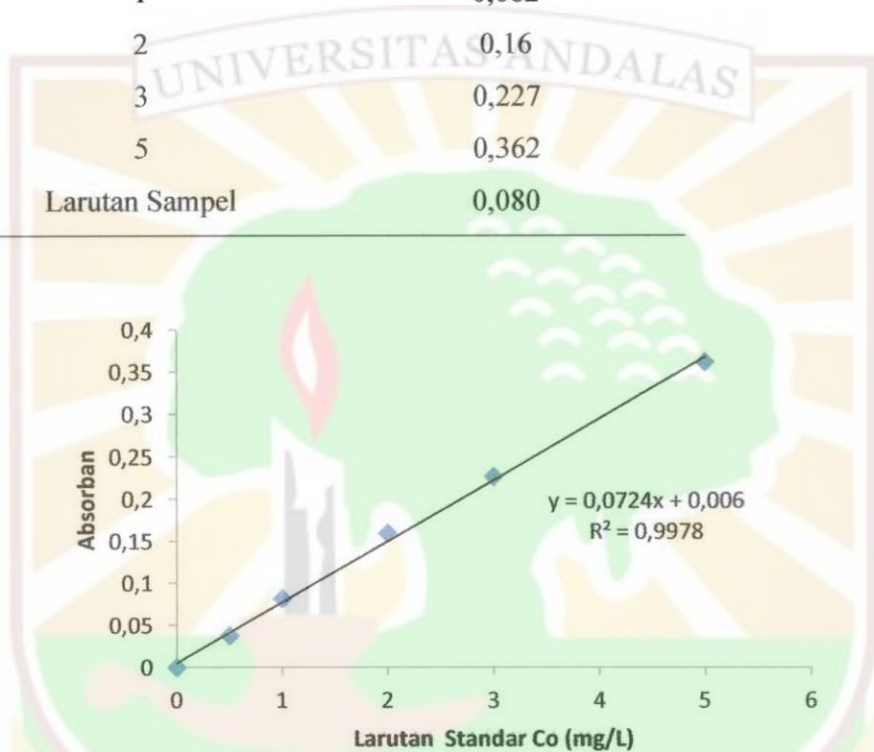
IC₅₀ = 3,12% , artinya asap cair tandan salak 3,12% mampu menangkap 50% radikal bebas DPPH.

Lampiran 4. Data Pengukuran Larutan Standar dengan AAS

- Larutan Standar Co

Tabel 6. Data pengukuran absorban dari larutan standar Co

| Larutan Standar Co (mg/L) | Absorban |
|---------------------------|----------|
| 0 | 0 |
| 0,5 | 0,038 |
| 1 | 0,082 |
| 2 | 0,16 |
| 3 | 0,227 |
| 5 | 0,362 |
| Larutan Sampel | 0,080 |



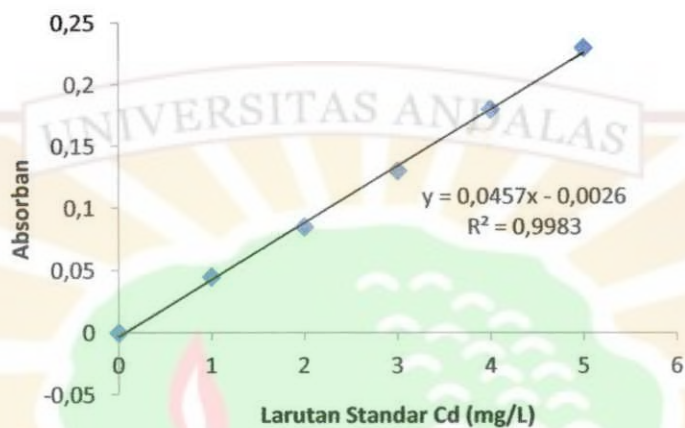
Gambar 17. Kurva kalibrasi larutan standar Co

- Larutan Standar Cd

Tabel 7. Data pengukuran absorban dari larutan standar Cd

| Larutan Standar Cd (mg/L) | Absorban |
|---------------------------|----------|
| 0 | 0 |
| 1 | 0,045 |
| 2 | 0,085 |

| | |
|----------------|-------|
| 3 | 0,13 |
| 4 | 0,18 |
| 5 | 0,23 |
| Larutan Sampel | 0,021 |

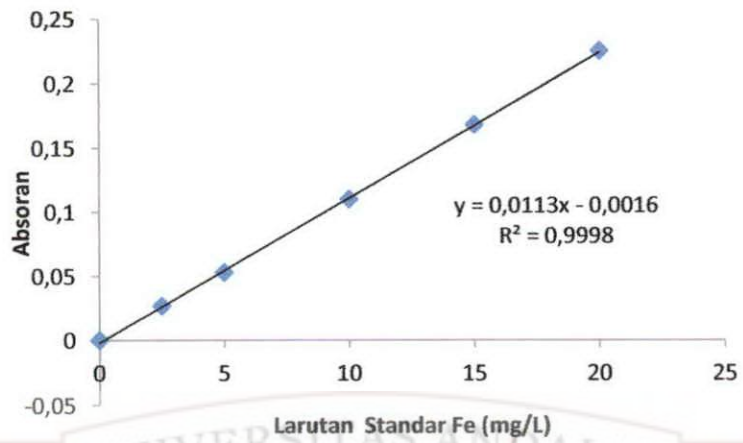


Gambar 18. Kurva kalibrasi larutan standar Cd

- Larutan standar Fe

Tabel 8. Data pengukuran absorban dari larutan standar Fe

| Larutan Standar Fe (mg/L) | Absorban |
|---------------------------|----------|
| 0 | 0 |
| 2,5 | 0,027 |
| 5 | 0,053 |
| 10 | 0,11 |
| 15 | 0,168 |
| 20 | 0,225 |
| Larutan Sampel | 0,038 |

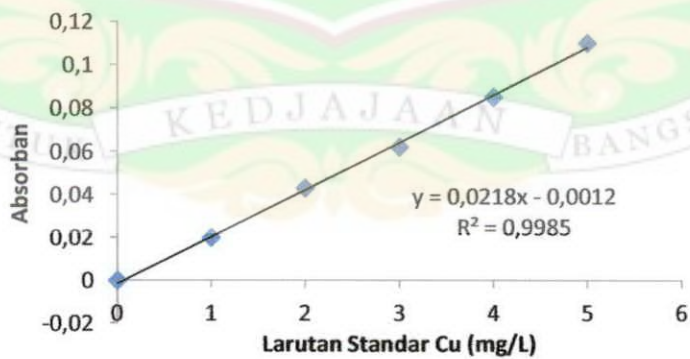


Gambar 19. Kurva kalibrasi larutan standar Fe

- Larutan Standar Cu

Tabel 9. Data pengukuran absorban dari larutan standar Cu

| Larutan Standar Cu (mg/L) | Absorban |
|---------------------------|----------|
| 0 | 0 |
| 1 | 0,02 |
| 2 | 0,043 |
| 3 | 0,062 |
| 4 | 0,085 |
| 5 | 0,11 |
| Larutan Sampel | 0,028 |

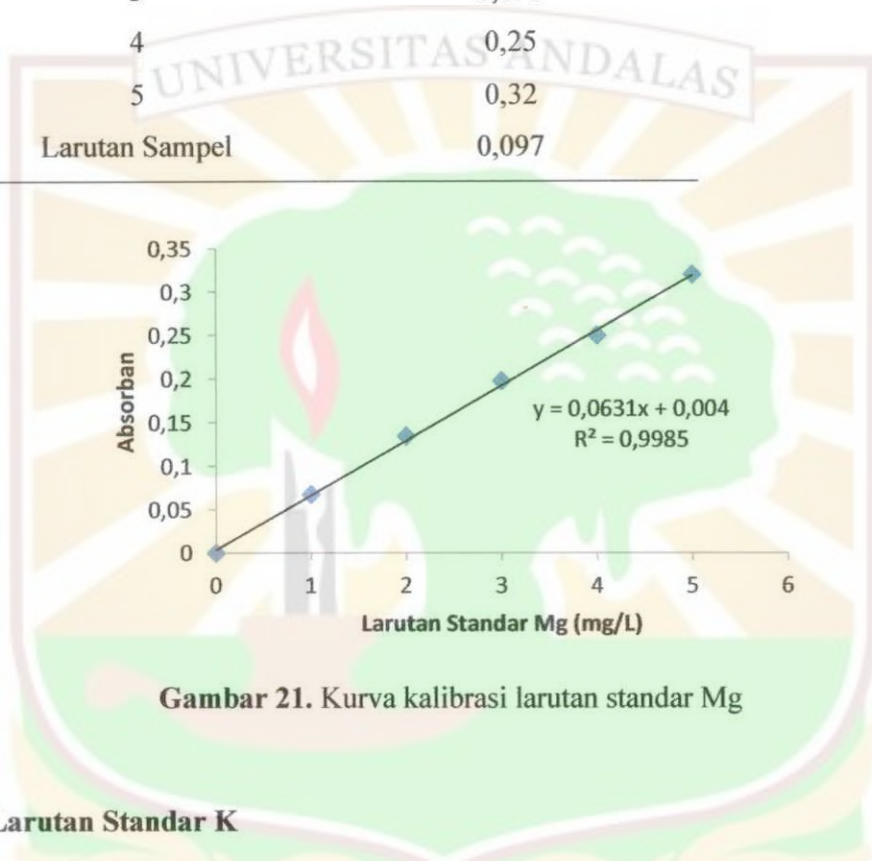


Gambar 20. Kurva kalibrasi larutan standar Cu

- Larutan Standar Mg

Tabel 10. Data pengukuran absorban dari larutan standar Mg

| Larutan Standar Mg (mg/L) | Absorban |
|---------------------------|----------|
| 0 | 0 |
| 1 | 0,068 |
| 2 | 0,135 |
| 3 | 0,198 |
| 4 | 0,25 |
| 5 | 0,32 |
| Larutan Sampel | 0,097 |



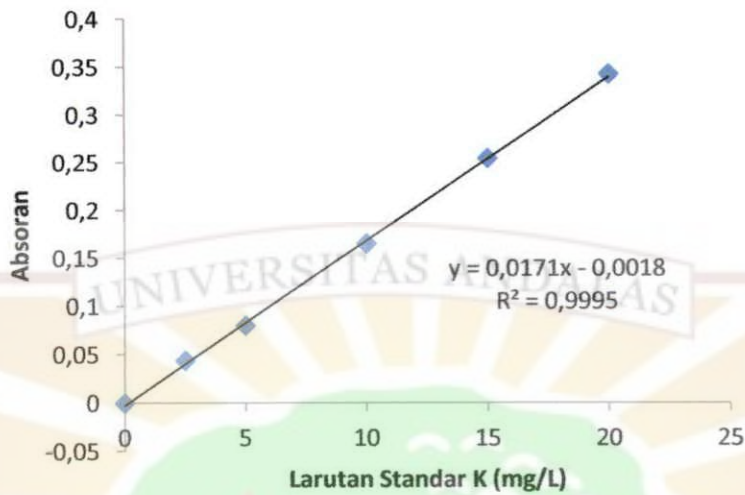
Gambar 21. Kurva kalibrasi larutan standar Mg

- Larutan Standar K

Tabel 11. Data pengukuran absorban dari larutan standar K

| Larutan Standar K (mg/L) | Absorban |
|--------------------------|----------|
| 0 | 0 |
| 2,5 | 0,044 |
| 5 | 0,080 |
| 10 | 0,165 |
| 15 | 0,254 |

| | |
|----------------|-------|
| 20 | 0,342 |
| Larutan Sampel | 0,047 |

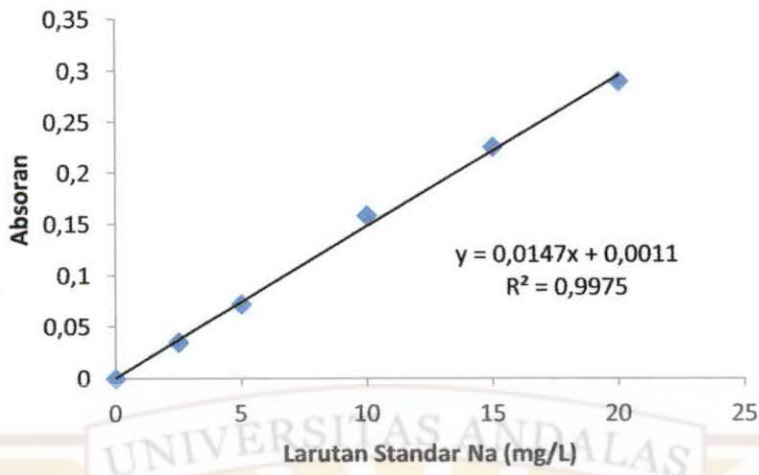


Gambar 22. Kurva kalibrasi larutan standar K

• **Larutan Standar Na**

Tabel 12. Data pengukuran absorban dari larutan standar Na

| Larutan Standar Na (mg/L) | Absorban |
|---------------------------|----------|
| 0 | 0 |
| 2,5 | 0,035 |
| 5 | 0,072 |
| 10 | 0,158 |
| 15 | 0,225 |
| 20 | 0,289 |
| Larutan Sampel | 0,062 |

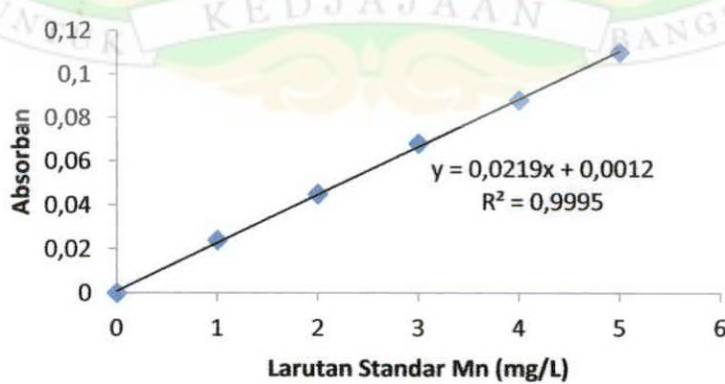


Gambar 23. Kurva kalibrasi larutan standar Na

- **Larutan Standar Mn**

Tabel 13. Data pengukuran absorban dari larutan standar Mn

| Larutan Standar Mn (mg/L) | Absorban |
|---------------------------|----------|
| 0 | 0 |
| 1 | 0,024 |
| 2 | 0,045 |
| 3 | 0,068 |
| 4 | 0,088 |
| 5 | 0,110 |
| Larutan Sampel | 0,050 |

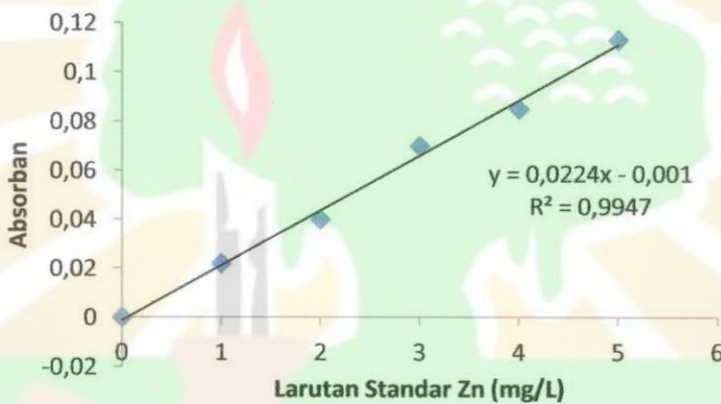


Gambar 24. Kurva kalibrasi larutan standar Mn

• **Larutan Standar Zn**

Tabel 14. Data pengukuran absorban dari larutan standar Zn

| Larutan Standar Zn (mg/L) | Absorban |
|---------------------------|----------|
| 0 | 0 |
| 1 | 0,022 |
| 2 | 0,04 |
| 3 | 0,07 |
| 4 | 0,085 |
| 5 | 0,113 |
| Larutan Sampel | 0,009 |



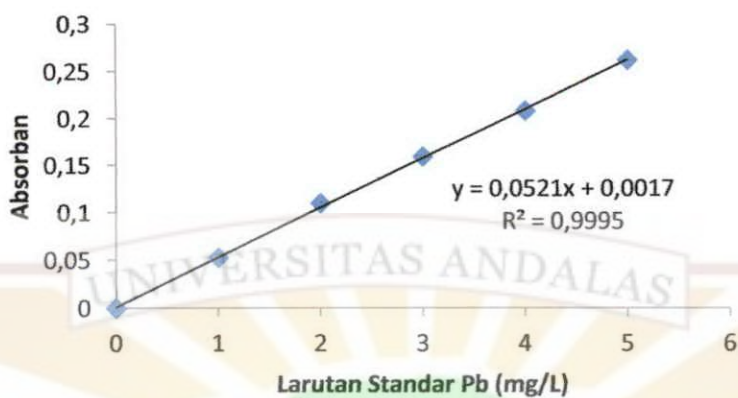
Gambar 25. Kurva kalibrasi larutan standar Zn

• **Larutan Standar Pb**

Tabel 15. Data pengukuran absorban dari larutan standar Pb

| Larutan Standar Pb (mg/L) | Absorban |
|---------------------------|----------|
| 0 | 0 |
| 1 | 0,053 |
| 2 | 0,110 |
| 3 | 0,159 |
| 4 | 0,208 |

| | |
|----------------|-------|
| 5 | 0,262 |
| Larutan Sampel | 0,014 |

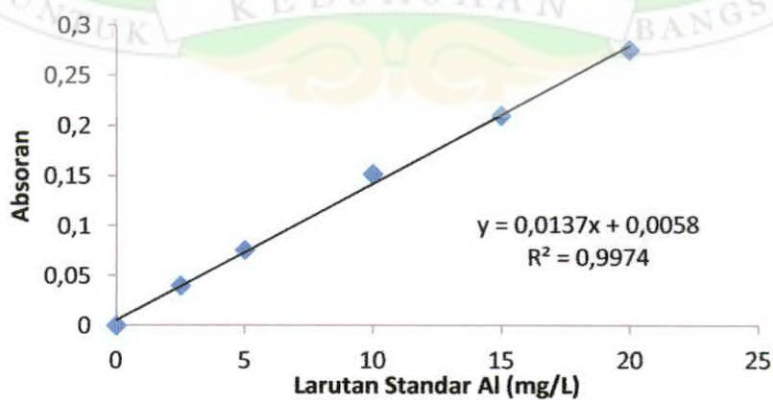


Gambar 26. Kurva kalibrasi larutan standar Pb

- Larutan standar Al

Tabel 16. Data pengukuran absorban dari larutan standar Al

| Larutan Standar Al (mg/L) | Absorban |
|---------------------------|----------|
| 0 | 0 |
| 2,5 | 0,04 |
| 5 | 0,076 |
| 10 | 0,152 |
| 15 | 0,21 |
| 20 | 0,275 |

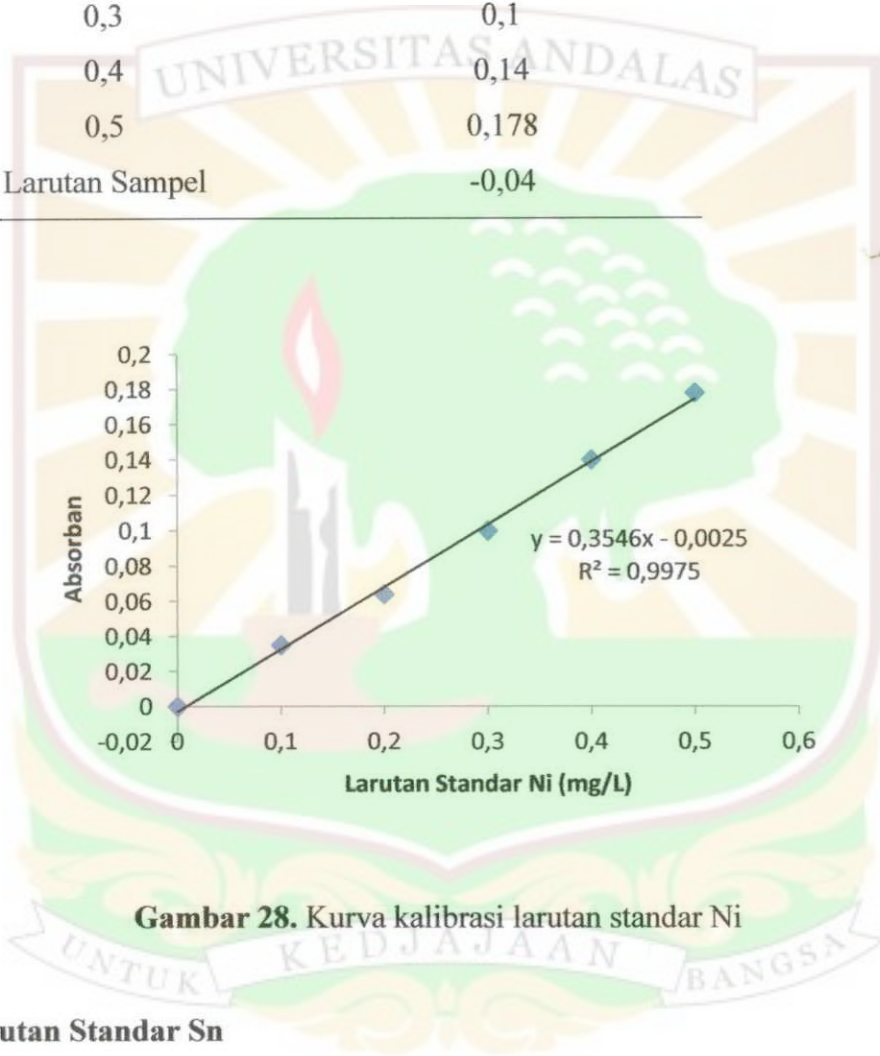


Gambar 27. Kurva kalibrasi larutan standar Al

- **Larutan Standar Ni**

Tabel 17. Data pengukuran absorban dari larutan standar Ni

| Larutan Standar Ni (mg/L) | Absorban |
|---------------------------|----------|
| 0 | 0 |
| 0,1 | 0,035 |
| 0,2 | 0,064 |
| 0,3 | 0,1 |
| 0,4 | 0,14 |
| 0,5 | 0,178 |
| Larutan Sampel | -0,04 |



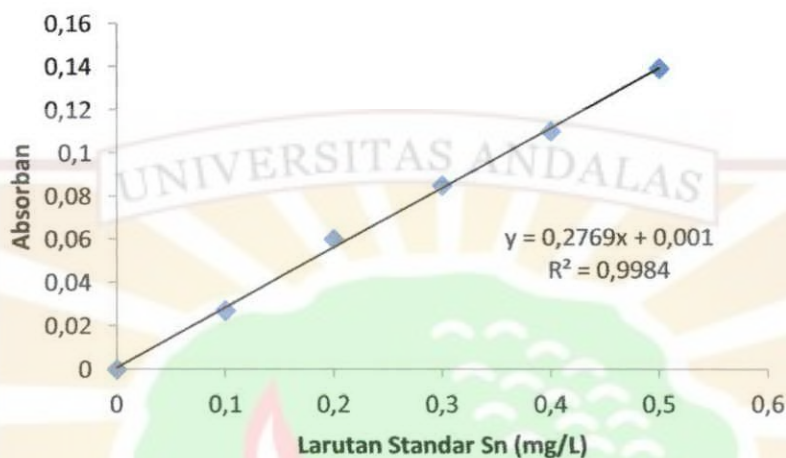
Gambar 28. Kurva kalibrasi larutan standar Ni

- **Larutan Standar Sn**

Tabel 18. Data pengukuran absorban dari larutan standar Sn

| Larutan Standar Sn (mg/L) | Absorban |
|---------------------------|----------|
| 0 | 0 |
| 1 | 0,027 |
| 2 | 0,06 |

| | |
|----------------|--------|
| 3 | 0,085 |
| 4 | 0,11 |
| 5 | 0,139 |
| Larutan Sampel | -0,018 |



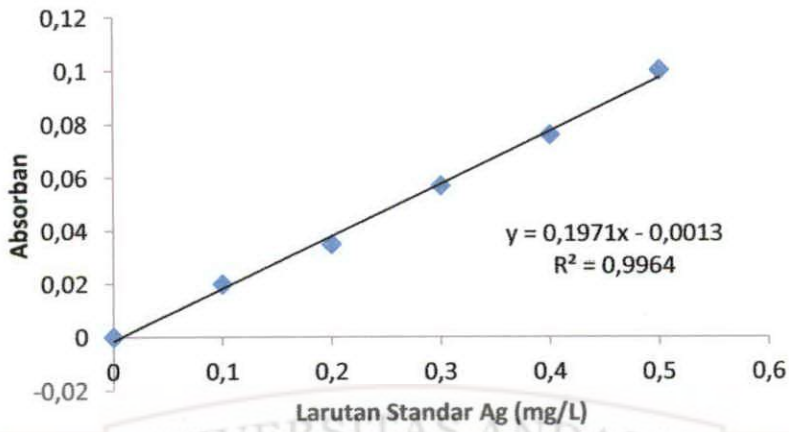
Gambar 29. Kurva kalibrasi larutan standar Sn

• **Larutan Standar Ag**

Tabel 19. Data pengukuran absorban dari larutan standar Ag

| Larutan Standar Ag (mg/L) | Absorban |
|---------------------------|----------|
| 0 | 0 |
| 0,1 | 0,02 |
| 0,2 | 0,035 |
| 0,3 | 0,057 |
| 0,4 | 0,076 |
| 0,5 | 0,1 |
| Larutan Sampel | -0,004 |

MILIK
UPT PERPUSTAKAAN
UNIVERSITAS ANDALAS

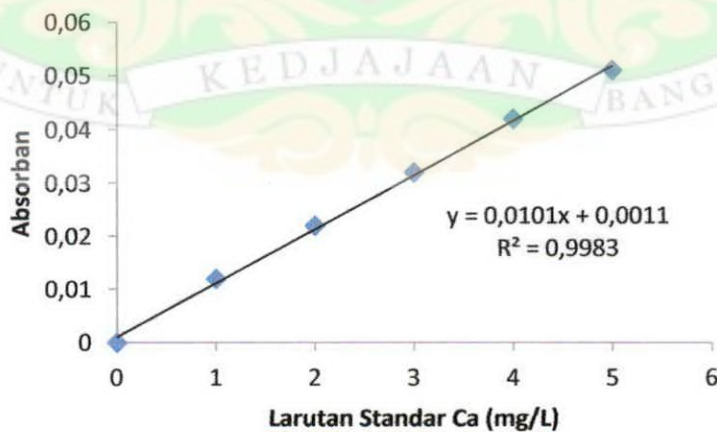


Gambar 30. Kurva kalibrasi larutan standar Ag

• Larutan Standar Ca

Tabel 20. Data pengukuran absorban dari larutan standar Ca

| Larutan Standar Ca (mg/L) | Absorban |
|---------------------------|----------|
| 0 | 0 |
| 1 | 0,012 |
| 2 | 0,022 |
| 3 | 0,032 |
| 4 | 0,042 |
| 5 | 0,051 |
| Larutan Sampel | 1,700 |

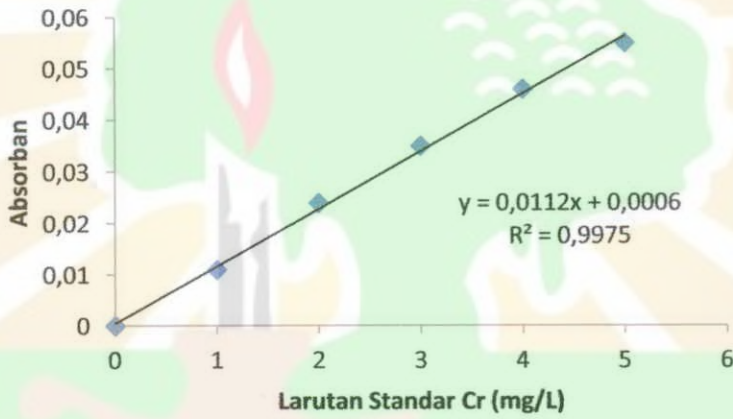


Gambar 31. Kurva kalibrasi larutan standar Ca

• Larutan Standar Cr

Tabel 21. Data pengukuran absorban dari larutan standar Cr

| Larutan Standar Cr (mg/L) | Absorban |
|---------------------------|----------|
| 0 | 0 |
| 1 | 0,011 |
| 2 | 0,024 |
| 3 | 0,035 |
| 4 | 0,046 |
| 5 | 0,055 |
| Larutan Sampel | 0,037 |



Gambar 32. Kurva kalibrasi larutan standar Cr

Tabel 22. Data Pengukuran Absorban Blanko

| No | Absorban |
|----|----------|
| 1 | 0,003 |
| 2 | 0,002 |
| 3 | 0,005 |
| 4 | 0,002 |
| 5 | 0,006 |
| 6 | 0,001 |
| 7 | 0,002 |

Standar Deviasi (SD) = 0,001826

Contoh Perhitungan Kosentrasi Logam dalam Asap Cair Tandan Salak :

1. Kandungan Logam Co

Persamaan regresi : $Y = 0,072x + 0,006$

Absorban sampel : $A (Y) = 0,080$

Maka konsentrasi Co dalam sampel : $Konsentrasi (X) = \frac{(0,080 - 0,006)}{0,072}$
 $= 1,02 \text{ ppm}$

$LOQ = 10 (0,001826)/0,072 = 0,254 \text{ ppm}$

❖ $X > LOQ$, maka terdapat 1,02 ppm Cu di dalam asap cair

2. Kandungan Logam Pb

Persamaan regresi : $Y = 0,052x + 0,001$

Absorban sampel : $A (Y) = 0,014$

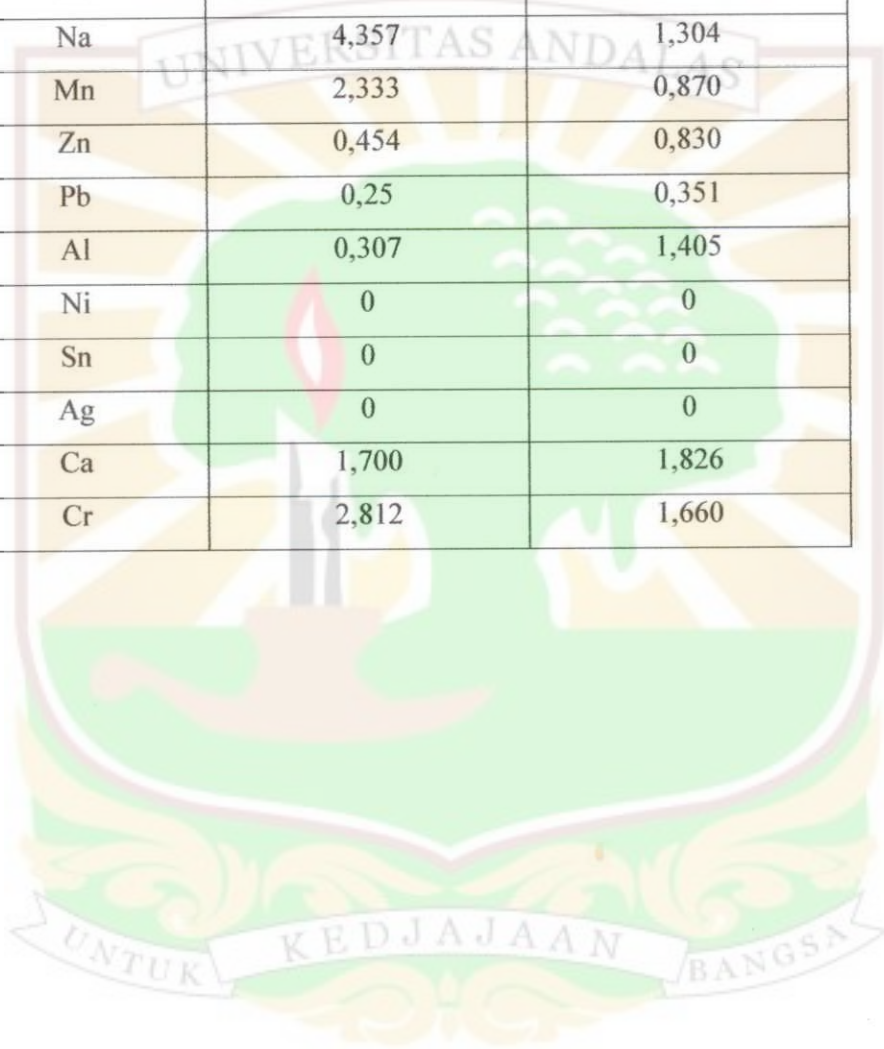
Maka konsentrasi Pb dalam sampel : $Konsentrasi (X) = \frac{(0,014 - 0,001)}{0,052}$
 $= 0,25 \text{ ppm}$

$LOQ = 10 (0,001826)/0,052 = 0,351 \text{ ppm}$

❖ $X < LOQ$, X adalah *noise*. Tidak terdapat Pb di dalam asap cair.

Tabel 23. Data Kandungan Logam dalam Asap Cair Tandan Salak

| Logam | Konsentrasi (ppm) | LOQ |
|-------|-------------------|-------|
| Co | 1,02 | 0,254 |
| Cd | 0,511 | 0,406 |
| Fe | 3,545 | 1,660 |
| Cu | 1,380 | 0,870 |
| Mg | 1,476 | 0,290 |
| K | 2,824 | 1,074 |
| Na | 4,357 | 1,304 |
| Mn | 2,333 | 0,870 |
| Zn | 0,454 | 0,830 |
| Pb | 0,25 | 0,351 |
| Al | 0,307 | 1,405 |
| Ni | 0 | 0 |
| Sn | 0 | 0 |
| Ag | 0 | 0 |
| Ca | 1,700 | 1,826 |
| Cr | 2,812 | 1,660 |



Lampiran 5. Data Nutrisi Mineral Esensial dan Jumlahnya dalam Tubuh Hewan serta Batas Maksimum Cemaran Logam Berat dalam Pangan

Tabel 24. Nutrisi mineral esensial dan jumlahnya dalam tubuh hewan.¹⁹

| Mineral makro | g/kg | Mineral mikro | mg/kg |
|----------------------|-------------|----------------------|--------------|
| Kalsium (Ca) | 15 | Besi (Fe) | 20-80 |
| Fosforus (P) | 10 | Seng (Zn) | 10-50 |
| Kalium (K) | 2 | Tembaga (Cu) | 1-5 |
| Natrium (Na) | 1,60 | Molibdenum (Mo) | 1-4 |
| Klorin (Cl) | 1,10 | Selenium (Se) | 1-2 |
| Sulfur (S) | 1,50 | Iodin (I) | 0,30-0,60 |
| Magnesium (Mg) | 0,40 | Mangan (Mn) | 0,20-0,60 |
| | | Kobalt (Co) | 0,02-0,10 |

Tabel 25. Batas maksimum cemaran logam berat dalam pangan

| Logam | mg/kg |
|--------------|--------------|
| As | 0,5 mg/kg |
| Cd | 0,3 mg/kg |
| Hg | 0,03 mg/kg |
| Sn | 200,0 mg/kg |
| Pb | 1.0 mg/kg |

Sumber : Badan Standarisasi Nasional (SNI 7387:2009)

| | |
|----|-----------|
| Cr | 2.0 mg/kg |
|----|-----------|