

**EFISIENSI PENYERAPAN BIOSORBEN EKSTRAK PEKTIN KULIT
BUAH COKLAT (*Theobroma cacao* L.) DAN KULIT BUAH NAGA
MERAH (*Hylocereus polyrhizus*) TERHADAP LOGAM BERAT TIMBAL
(Pb)**

SKRIPSI

Oleh:

NOVI FATMASARI

066119241



**PROGRAM STUDI FARMASI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PAKUAN
BOGOR
2024**

**EFISIENSI PENYERAPAN BIOSORBEN EKSTRAK PEKTIN KULIT
BUAH COKLAT (*Theobroma cacao* L.) DAN KULIT BUAH NAGA
MERAH (*Hylocereus polyrhizus*) TERHADAP LOGAM BERAT TIMBAL
(Pb)**

SKRIPSI

**Skripsi Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Pada Program Studi
Farmasi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Pakuan**

Oleh:

NOVI FATMASARI

066119241



**LABORATORIUM FARMASI
PROGRAM STUDI FARMASI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PAKUAN
BOGOR
2024**

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Tugas Akhir : **EFISIENSI PENYERAPAN BIOSORBEN
EKSTRAK PEKTIN KULIT BUAH COKLAT
(*Theobroma cacao* L.) DAN KULIT BUAH NAGA
MERAH (*Hylocereus polyrhizus*) TERHADAP LOGAM
BERAT TIMBAL (Pb)**

Nama : **Novi Fatmasari**

NPM : **066119241**

Program Studi : **Farmasi**

Skripsi ini telah disetujui dan disahkan

Bogor, Maret 2024

Pembimbing Pendamping



Dra. Trirakhma Sofihidayati, M.Si.

Pembimbing Utama



Prof. Dr. Anna Permanasari, M.Si.

Mengetahui,

Ketua Program Studi Farmasi



apt. Dra. Ike Yulia W., M.Farm.

Dekan FMIPA – UNPAK



Asep Denih, S.kom., M.Sc., Ph.D.

HALAMAN PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

مَنْ أَرَادَ الدُّنْيَا فَعَلَيْهِ بِالْعِلْمِ، وَمَنْ أَرَادَ الْآخِرَةَ فَعَلَيْهِ بِالْعِلْمِ، وَمَنْ أَرَادَهُمَا فَعَلَيْهِ بِالْعِلْمِ

Barangsiapa yang menginginkan dunia maka hendaklah berilmu. Barangsiapa yang menginginkan akhirat, maka hendaklah dengan ilmu. Barangsiapa yang menginginkan keduanya, maka hendaklah dengan ilmu -Imam Syafi'i

Alhamdulillahirabbil 'Alamin, segala puji serta syukur kepada Allah SWT karena atas segala rahmat, nikmat, serta karunia-Nya tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik. Shalawat serta salam semoga selalu tercurahkan limpahkan kepada Nabi Muhammad SAW.

Dan dengan penuh rasa terimakasih penulis mempersembahkan karya tulis ini kepada segenap orang-orang yang telah senantiasa membantu dan mendoakan penulis selama menempuh pendidikan

-Ayah, Mamah serta keluarga-

Menjadi suatu kebanggaan mempunyai orangtua yang membebaskan anak-anaknya untuk mengejar cita-cita mereka meskipun harus melewati keadaan yang tidak mudah. Terimakasih atas segala doa, ridha dan dukungan ayah mamah serta keluarga yang selalu menemani penulis dalam menempuh pendidikan di prodi Farmasi, semoga gelar yang sudah dititipkan bisa penulis jaga dengan penuh tanggungjawab dan senantiasa membawa kebaikan untuk diri sendiri, keluarga, serta orang-orang disekitar penulis. Ayah, Mamah, WE DID IT!!!!

-Dosen Pembimbing-

Untuk Prof. Dr. Anna Permanasari, M.Si dan Dra. Trirakhma Sofihidayati, M.Si, Terimakasih banyak atas segala bimbingan, arahan, serta saran-saran yang telah ibu berikan sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.

-Sahabat Seperjuangan-

Untuk Khoirunnisa Wulandari, Winda Amelia, Rifani Gelar Haifadila, Kaisya Azzahra Nurahadian, Siti Nurkhavifah, Anisa Fitriani, S.Farm, Siti Meysaroh, Sri Pismi Utami, Salsabila Maulidisa, S.Farm, Zulfah Thorifah, Salsa Asa Kusheryanti, Nurul Safira Safrudin, S.Farm. Terimakasih atas karena telah bersedia menjadi sahabat yang menyenangkan, tempat berkeluh kesah, sahabat seperjuangan selama menempuh perkuliahan, bahkan menjadi keluarga penulis selama di tempat perantauan. Semoga kebaikan-kebaikan kalian semua dibalas berkali-kali lipat oleh Allah SWT. Tetap semangat, *See you on top!!!*

-Teman-Teman-

Untuk teman-teman seperjuangan kelas GH 2019, teman-teman farmasi 2019, semoga selalu dipermudah dalam menyusun tugas akhir. Terimakasih banyak atas semangat serta dukungannya.

-For my self “Novi Fatmasari”-

Terimakasih untuk jiwa yang telah bertahan sejauh ini, jiwa tak pernah putus asa meskipun harus berkali-kali merasakan kegagalan, untuk malam-malam yang dipenuhi air mata *overthinking*, untuk siang yang dipenuhi dengan *hectic*-nya kegiatan, untuk segala upaya yang telah di upayakan. You’re you own, girl.

RIWAYAT HIDUP



Merupakan anak pertama dari 3 bersaudara yang lahir pada 18 November 2001 di Tangerang. Penulis memulai pendidikan formalnya pada tahun 2006 dan lulus pada tahun 2013 SDN 1 Muncang kemudian melanjutkan pendidikan tingkat SMP dan SMA di *Al-Azkiya Islamic boarding school* dan lulus pada tahun 2019. Di tahun yang sama penulis memilih untuk melanjutkan pendidikan di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam pada Program Studi Farmasi Universitas Pakuan Bogor, dan dinyatakan lulus pada 4 Januari 2024. Selama masa kuliah penulis aktif mengikuti Organisasi Himpunan Mahasiswa Farmasi (HIMAFAR), penulis pernah menjadi anggota bidang 4 (Ke-Ismafarsian) di tahun 2021-2023 dan juga pernah mengikuti berbagai kepanitiaan sebagai koordinator hubungan masyarakat dan koordinator publikasi, design, dokumentasi dan kreatif (PDDK) .

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TULIS

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini adalah karya tulis yang dikerjakan sendiri dan tidak pernah dipublikasikan atau digunakan untuk mendapatkan gelar sarjana di perguruan tinggi atau lembaga lain.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya. Apabila dikemudian hari terdapat gugatan, Penulis bersedia dikenakan sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Bogor, Maret 2024



Novi Faunasari

**SURAT PELIMPAHAN SKRIPSI, SUMBER INFORMASI, SERTA
KEKAYAAN INTELEKTUAL KEPADA UNIVERSITAS PAKUAN**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Novi Fatmasari
NPM : 066119241
Program Studi : Farmasi
Judul Tugas Akhir :Efisiensi Penyerapan Biosorben Ekstrak Pektin Kulit Buah
Coklat (*Theobroma cacao L.*) Dan Kulit Buah Naga Merah
(*Hylocereus polyrhizus*) Terhadap Logam Berat Timbal
(Pb)

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi diatas adalah benar hasil karya saya dengan arahan dari komisi pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apapun oleh perguruan tinggi manapun.

Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun yang tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam daftar pustaka di bagian akhir skripsi ini. Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Universitas Pakuan

Bogor, Maret 2024



Novi Fatmasari

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah puji syukur kehadiran Allah SWT karena atas karunia serta rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan penulisan dan penyusunan skripsi yang berjudul **“Efisiensi Penyerapan Biosorben Ekstrak Pektin Kulit Buah Coklat (*Theobroma cacao* L.) Dan Kulit Buah Naga Merah (*Hylocereus polyrhizus*) Terhadap Logam Berat Timbal (Pb)”**. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk lulus dan mendapatkan gelar Sarjana Farmasi dari Program Studi Farmasi Universitas Pakuan, Bogor.

Selama penulisan skripsi ini, penulis banyak mendapat bimbingan, bantuan, saran dan dukungan dari berbagai pihak. Sehubungan dengan hal tersebut, penulis mengucapkan banyak-banyak terimakasih kepada:

1. Prof. Dr. Anna Permanasari, M.Si sebagai pembimbing utama dan Dra. Trirakhma Sofihidayati, M.Si sebagai pembimbing pendamping yang senantiasa sabar dan teliti dalam memberikan bimbingan, saran dan arahan penulisan sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan baik.
2. Ketua Program Studi Prodi Farmasi dan Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pakuan.
3. Bapak, ibu dan adik tercinta yang senantiasa memberikan doa serta dukungan.
4. Sahabat-sahabat seperjuangan yang turut memberikan semangat serta motivasi.

Penulis sadar, dalam penulisan skripsi ini sangat jauh dari kata sempurna. maka dari itu, penulis memohon maaf atas segala kekurangan serta kekeliruan yang ada dalam penulisan.

Penulis

Novi Fatmasari

RINGKASAN

NOVI FATMASARI. 066119241. EFISIENSI PENYERAPAN BIOSORBEN EKSTRAK PEKTIN KULIT BUAH COKLAT (*Theobroma cacao L.*) DAN KULIT BUAH NAGA MERAH (*Hylocereus polyrhizus*) TERHADAP LOGAM BERAT TIMBAL (Pb)

Pembimbing : Prof. Dr. Anna Permanasari, M.Si dan Dra. Trirakhma Sofihidayati, M.Si

Limbah kulit buah-buahan yang jarang dimanfaatkan secara optimal dapat mencemari lingkungan sekitar, padahal limbah kulit buah-buahan mengandung senyawa yang dapat dimanfaatkan. Salah satu senyawa yang terkandung pada kulit buah-buahan termasuk pada kulit buah kakao dan kulit buah naga merah adalah pektin. Pektin merupakan senyawa heretopolisakarida yang memiliki gugus polimer dari asam D-galakturonat yang dapat dimanfaatkan sebagai bioadsorben. Kemampuan pektin dalam menyerap logam terjadi karena kemampuan interaksi sebagai penarik pasangan elektron pada atom-atom dalam logam berat.

Penelitian ini bertujuan untuk efisiensi penyerapan bioadsorben ekstrak pektin terhadap ion logam berat timbal Pb (II). Ekstraksi pektin kulit buah kakao dan kulit naga merah dilakukan dengan metode konvensional yaitu dengan pemanasan dan penambahan asam sitrat pada ekstraksi buah coklat dan HCl pada ekstraksi buah naga merah sebagai penghidrolisis senyawa protopektin menjadi senyawa pektin. Ekstrak yang diperoleh selanjutnya di uji mutu pektin yang mencakup kadar abu total, kadar air, berat ekivalen, kadar metoksil, kadar galakturonat dan derajat esterifikasi. Analisis daya serap dilakukan dengan menambahkan larutan logam kedalam ekstrak pektin yang selanjutnya di uji dengan menggunakan metode AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometry*).

Berdasarkan penelitian, efisiensi penyerapan terbaik antara kedua pektin dihasilkan oleh pektin buah kakao 0,5 gram dengan konsentrasi larutan Pb (II) 15 ppm mempunyai persentase penyerapan 95,2593%. Untuk efisiensi penyerapan pada kulit buah naga 0,5 gram dengan konsentrasi 15 ppm mempunyai persentase penyerapan 90,3334%.

Kata Kunci : Kulit buah naga merah, kulit buah kakao, pektin, bioadsorben, AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometry*)

SUMMARY

NOVI FATMASARI. 066119241. "ANALYSIS OF BIOSORBENT ABSORPTION OF COCOA FRUIT PEEL (*Theobroma cacao* L.) AND THE SKIN OF THE RED DRAGON FRUIT (*Hylocereus polyrhizus*) AGAINST THE HEAVY METAL LEAD (Pb)"

Supervisor: Prof. Dr. Anna Permanasari, M.Si and Dra. Trirakhma Sofihidayati, M.Si

Fruit skin waste that is rarely used optimally can pollute the surrounding environment, even though fruit skin waste contains compounds that can be utilized. One of the compounds contained in the skin of fruits including the skin of cocoa fruit and the skin of red dragon fruit is pectin. Pectin is a heretopolysaccharide compound that has a polymer group of D-galacturonic acid which can be used as a bioadsorbent. The ability of pectin to absorb metals occurs due to the ability to interact as an electron pair attractor in atoms in heavy metals.

This study aims to determine the absorption capacity of pectin extract against Pb (II) lead heavy metal ions. Pectin extraction of cocoa fruit peel and red dragon skin is carried out by conventional methods, namely by heating and adding citric acid and HCl as hydrolysis of protopectin compounds into pectin compounds. The pectin extract obtained is then tested for pectin quality which includes total ash content, moisture content, equivalent weight, metoxyl content, galacturonate content and esterification degree. Absorption analysis is carried out by adding metal solutions to pectin extracts which are then tested using the AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometry*) method.

Based on research, the best absorption capacity between the two pectin is produced by cocoa fruit pectin 0.5 grams with a Pb (II) solution concentration of 15 ppm has an absorption capacity of 95.2593%. For the highest absorption capacity in dragon fruit skin 0.5 grams with a concentration of 15 ppm has an absorption capacity of 90.3334%.

Keywords: Red dragon fruit skin, cocoa fruit skin, pectin, bioadsorbent, AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometry*)

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	ii
RIWAYAT HIDUP	iv
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TULIS	v
KATA PENGANTAR	vi
RINGKASAN.....	viii
SUMMARY	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	2
1.3 Hipotesis.....	2
BAB II TINJAU PUSTAKA.....	3
2.1 Tanaman Buah Coklat (<i>Theobroma cacao L</i>)	3
2.1.1 Kulit Buah Coklat	4
2.1.2 Kandungan dan Manfaat Buah Coklat	4
2.2 Tanaman Buah Naga Merah (<i>Hylocereus polyrhizus</i>)	5
2.2.1 Kulit Buah Naga Merah	6
2.2.2 Kandungan dan Manfaat Buah Naga Merah.....	6
2.3 Pektin.....	7
2.3.1 Manfaat Pektin	8
2.3.2 Ekstraksi Pektin.....	9
2.4 Bioadsorben.....	10
2.5 Logam Berat Timbal (Pb^{2+}).....	11
2.6 Mekanisme daya serap pektin terhadap logam	12

2.7 AAS (<i>Atomic Absorption Spectrophotometry</i>).....	13
BAB III METODE PENELITIAN	15
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	15
3.2 Alat	15
3.3 Bahan.....	15
3.4 Metode dan Cara Kerja	15
3.4.1 Determinasi Tanaman	15
3.4.2 Preparasi Sampel.....	15
3.4.3 Analisis Mutu simplisia	16
3.4.3.1 Uji Organoleptis.....	16
3.4.3.2 Uji Kadar air	16
3.4.3.3 Uji kadar abu total	16
3.4.4 Ekstraksi Pektin.....	16
3.4.4.1 Ekstraksi kulit buah kakao.....	16
3.4.4.2 Ekstraksi kulit buah naga merah.....	17
3.4.5 Kadar Abu	17
3.4.6 Kadar Air.....	18
3.4.7 Analisis Pektin	18
3.4.7.1 Identifikasi Pektin.....	18
3.4.7.2 Pembakuan NaOH	18
3.4.7.3 Bobot Ekivalen	19
3.4.7.4 Kadar Metoksil	19
3.4.7.5 Kadar Galakturonat.....	20
3.4.7.6 Derajat Esterifikasi	20
3.4.8 Analisis Efisiensi Penyerapan Logam oleh Pektin.....	20
3.4.8.1 Pembuatan Larutan Stok Pb.....	20
3.4.8.2 Pembuatan Larutan Pb Uji.....	20
3.4.8.3 Uji Penyerapan Pektin Komersial.....	21
3.4.8.4 Uji Penyerapan Pektin Sampel	21
3.4.9 Analisis Data	21
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	23

4.1 Determinasi tanaman.....	23
4.2 Preparasi dan standarisasi simplisia	23
4.3 Ekstraksi pektin	25
4.4 Analisis pektin.....	28
4.5 Efisiensi penyerapan pektin terhadap logam.....	34
BAB V PENUTUP	37
5.1 Kesimpulan.....	37
5.2 Saran.....	37
DAFTAR PUSTAKA	38
LAMPIRAN	46

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Buah kakao (<i>Theobroma cacao</i> L.)	3
2. Kulit buah kakao.	4
3. Buah Naga Merah (<i>Hylocereus polyrhizus</i>).	5
4. Kulit Buah Naga Merah.	6
5. Struktur Pektinat (Pektin).	7
6. Reaksi kompleks Pb (II) dengan gugus aktif pada pektin (Sri, 2010).....	13
7. Skema alat Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)	13
8. Serbuk simplisia kulit kakao (<i>Theobroma cacao</i> L.) (a) dan serbuk simplisia kulit buah naga merah (<i>Hylocereus polyrhizus</i>) (b)	24
9. Pektin kulit kakao (a) dan pektin kulit naga merah (b)	28
10. Reaksi Safonifikasi.....	32
11. Kurva kalibrasi standar larutan Pb(NO ₃) ₂	75

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Hasil Determinasi tanaman	23
2. Hasil rendemen simplisia kulit kakao dan kulit naga merah.....	23
3. Hasil uji organoleptik simplisia kulit kakao dan kulit naga merah	24
4. Hasil uji kadar air simplisia.....	24
5. Hasil uji kadar abu simplisia	25
6. Hasil rendemen pektin.....	27
7. Uji organoleptik pektin.....	28
8. Hasil uji kadar abu pektin.....	29
9. Hasil uji kadar air pektin	30
10. Hasil bobot ekivalen pektin.....	30
11. Hasil kadar metoksil pektin.....	31
12. Hasil kadar galakturonat pektin.....	33
13. Hasil derajat esterifikasi pektin	33
14. Hasil analisis daya serap pektin terhadap Pb (II)	35
15. Perhitungan rendemen simplisia	64
16. Perhitungan kadar air simplisia	64
17. Kadar abu simplisia kulit kakao dan kulit naga merah	65
18. Pencucian pektin hingga bebas asam	66
19. Perhitungan rendemen pektin.....	67
20. Identifikasi pektin.....	68
21. Standar mutu pektin.....	68
22. Perhitungan kadar abu total pektin kulit kakao	69
23. Perhitungan kadar air pektin kulit kakao.....	69
24. Perhitungan bobot ekivalen pektin kulit kakao	70
25. Perhitungan kadar metoksil pektin kulit kakao	70
26. Perhitungan kadar galakturonat pektin kulit kakao	71
27. Perhitungan derajat esterifikasi pektin kulit kakao	71
28. Perhitungan kadar abu total pektin kulit naga merah	72
29. Perhitungan kadar air pektin kulit naga merah.....	72

31. Perhitungan kadar metoksil pektin kulit naga merah	73
32. Perhitungan kadar galakturonat pektin kulit naga merah	74
33. Perhitungan derajat esterifikasi pektin kulit naga merah	74
34. Analisis standar larutan $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$	75
35. Perhitungan analisis daya serap pektin terhadap larutan $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$	75

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Alur penelitian	46
2. Lembar hasil determinasi tanaman.....	47
3. Lembar hasil pengujian AAS	49
4. Certificate of Analysis bahan	59
5. Perhitungan bahan	61
6. Hasil preparasi simplisia	64
7. Hasil ekstraksi	66
8. Hasil analisis pektin.....	68
9. Hasil analisis daya serap pektin terhadap logam berat.....	73
10. Gambar alat dan bahan	79

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara agraris yang menghasilkan buah-buahan dengan beragam manfaat bagi kehidupan. Selain manfaat, dampak dari proses dan produk pertanian tentu saja akan menghasilkan limbah pertanian yang jarang dimanfaatkan. Sebagian besar masyarakat belum mengetahui potensi limbah tanaman menjadi suatu inovasi produk yang menghasilkan keuntungan cukup besar. Menurut Kurniasari (2010) limbah dari produk pertanian dapat digunakan sebagai bahan baku biologis penyerap logam berat atau bioadsorben.

Salah satu bagian limbah produk pertanian yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku biosorben adalah kulit buah-buahan. Menurut Edahwati dkk. (2011) kulit buah coklat (*Theobroma cacao L.*) merupakan bagian tanaman yang banyak digunakan untuk berbagai kebutuhan industri baik sebagai kebutuhan pangan, pakan, pupuk, maupun bahan bakar. Hasil penelitian lain menunjukkan bahwa kulit buah kakao mengandung selulosa (19,7-35,0%), Pektin (6,0-12,6%) dan teobromin (0,34-0,4%) (Vasquez *et. al.*, 2019)

Kulit buah lainnya yang dapat dimanfaatkan sebagai biosorben adalah kulit buah naga merah. Menurut Jamilah *et. al.* (2011) 30% – 35% dari buah naga terdiri dari kulit buah. Kulit naga merah (*Hylocereus polyrhizus*) mengandung polifenol dan merupakan sumber antioksidan (Wu *et. al.*, 2006). Hasil penelitian lain menunjukkan bahwa kulit buah naga merah mengandung senyawa pektin (16,5 %), kanji (11,1 %), selulosa (25,7 %), dan lignin (46,7 %) (Ide, 2009).

Berdasarkan uraian data diatas, kedua jenis kulit buah mengandung pektin yang sampai saat ini belum dimanfaatkan secara optimal terutama sebagai biosorben. Pektin merupakan suatu senyawa heteropolisakarida yang secara umum terdapat pada dinding sel primer tanaman dan di tengah lamella pada jaringan tumbuhan, khususnya pada sela-sela antara selulosa dan hemiselulosa (Bagherian *et. al.*, 2011).

Menurut penelitian Wong *et. al.*, (2008) pektin yang mempunyai gugus polimer dari asam D-galakturonat sangat potensial dalam proses

biosorpsi logam. Hal ini terjadi karena adanya gugus-gugus yang memiliki pasangan elektron bebas yang akan menarik dan mengikat logam pada biomasa. Selain Asam D-galakturonat, komponen yang berperan dalam proses adsorpsi logam berat dengan biosorben adalah gugus aktif yang ada pada bahan yang digunakan. Gugus-gugus aktif tersebut diantaranya adalah gugus asetamido pada kitin, gugus amino dan fosfat pada asam nukleat, gugus amido, amino, sulfhidril dan karboksil pada protein dan gugus hidroksil pada polisakarida. Gugus-gugus ini yang akan menarik dan mengikat logam pada biomasa (Ahalya *et. al.*, 2005).

Berdasarkan uraian latar belakang, penulis tertarik untuk menganalisis kemampuan bioadsorben ion logam berat Pb (II) oleh ekstrak pektin yang terkandung dalam kulit buah kakao dan buah naga merah. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan solusi ganda yaitu solusi terhadap pencemaran lingkungan oleh limbah pertanian dan mengatasi pencemaran logam berat timbal Pb (II).

1.2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mempelajari manfaat limbah pertanian kulit buah kakao (*Theobroma cacao L*) dan kulit naga merah (*Hylocereus polyrhizus*) sebagai bioadsorben logam.
2. Mengetahui persentase efisiensi penyerapan ekstrak pektin pada kulit buah kakao (*Theobroma cacao L*) dan naga merah (*Hylocereus polyrhizus*) terhadap logam berat timbal Pb (II)

1.3 Hipotesis

Adapun hipotesis dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Kulit buah kakao (*Theobroma cacao L*) dan naga merah (*Hylocereus polyrhizus*) dapat dimanfaatkan sebagai bioadsorben logam berat Pb (II).
2. Ekstrak pektin kulit buah kakao (*Theobroma cacao L*) dan buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*) memiliki perbedaan efisiensi penyerapan terhadap logam Pb (II).

BAB II

TINJAU PUSTAKA

2.1 Tanaman Buah Coklat (*Theobroma cacao L*)

Tanaman buah coklat (*Theobroma cacao L*) berasal dari bahasa yunani yaitu *Theos* yang berarti dewa atau *Thian* dalam bahasa cina *Broma* artinya santapan sehingga *Theobroma* berarti santapan para dewa. Kakao tumbuh secara liar di lembah amazon dan di daerah tropis lainnya seperti di amerika bagian tengah dan setalan Tanaman kakao menyebar di beberapa negara di antaranya Belize, Kolombia, Costa Rika, Côte d'Ivoire, Republik Demokrasi Kongo, Dominika, Ekuador, Gabon, Ghana, Guinea, India, Indonesia, Jamaika, Madagaskar, Malaysia, Nigeria, Papua Nugini, Filipina, Samoa, Sao Tome et Principe, Sierra Leone, Srilanka, Suriname, Tanzania, Togo, Trinidad, dan Tobago, Uganda, serta Venezuela.

Taksonomi tanaman kakao (*Theobroma cacao L.*) adalah Ordo *Malvales*, Famili *Sterculiaceae*, Genus/marga *Theobroma* dan Species *Theobroma cacao* (Lukito, 2010). Tanaman kakao (*Theobroma cacao L.*) termasuk tanaman tahunan yang tergolong dalam kelompok tanaman *caulofloris* yaitu tanaman yang berbunga dan berbuah pada batang dan cabang. Tanaman ini pada garis besarnya dapat dibagi atas dua bagian, yaitu bagian vegetatif yang meliputi akar, batang, daun dan bagian generatif yang meliputi bunga dan buah (Lukito, 2010). Kakao merupakan satu -satunya diantara 22 jenis marga *Theobroma* suku *Sterculiaceae* yang di budidaya dan diusahakan secara komersial.



Gambar 1. Buah kakao (*Theobroma cacao L.*)

2.1.1 Kulit Buah Coklat

Kulit buah kakao merupakan bagian terluar sebelum terdapatnya kumpulan biji buah kakao atau disebut juga bagian dinding buah kakao (*mesokarp*). Bagian pada buah kakao yang terbesar persentasenya adalah kulit buah kakao yakni sebesar 75,52% dari buah kakao utuh. Kulit buah kakao adalah produk sampingan dari pengolahan kakao, yang mana kulit buah kakao merupakan sumber bioaktif yang melimpah, murah, dan terbarukan. Senyawa bioaktif yang terdapat pada kulit buah kakao adalah serat, pektin, antioksidan, mineral, dan theobromine, sehingga kulit buah kakao ini sangat berpotensi untuk dimanfaatkan pada bidang farmasi, medis, nutraceuticals, atau produk makanan lainnya (Vega *et. al.*, 2018)



Gambar 2. Kulit buah kakao.

2.1.2 Kandungan dan Manfaat Buah Coklat

Kulit buah kakao mengandung lignin, polisakarida (seperti selulosa, pektin, dan hemiselulosa), terpenoid (crysoplenol), flavonoid (turunan kaempferol dan rhamnetin), fenolik, asam karboksilat dan beberapa asam amino bebas (asparagin, glutamin, lisin, dan serine) (Vasquez *et. al.*, 2019). Adapun persentase kandungan senyawa pada kulit buah kakao adalah sebagai berikut:

Selain itu, menurut Edahwati dkk. (2011) kulit buah kakao mengandung pektin 16.27%, air dan serat kasar 78.33%. Secara umum, kulit buah kakao mengandung senyawa polifenol yang dapat digunakan sebagai antioksidan alami yang bermanfaat bagi kesehatan manusia (Miranda dkk., 2020). Senyawa polifenol yang terkandung pada kulit buah kakao diantaranya adalah flavonoid, katekin, epikatekin, asan fenolat, dan proantosianidin (Daniswara dan Mujiburohman, 2020). Adapun kandungan fitokimia pada kulit buah kakao adalah

alkaloid, polifenol, tanin, flavonoid, kuinon, saponin, monoterpenoid dan seskuiterpenoid (Azizah dkk, 2014)

Adapun manfaat dari kulit buah kakao dapat diolah menjadi bahan pakan ternak, kompos, substrat budidaya jamur, dan bahan bakar serta memiliki potensi untuk digunakan sebagai bahan baku pembuatan zat pewarna β -karoten, dan briket arang (Mariani, 2011). Pulpa dari kakao juga dapat digunakan untuk industri rumah tangga maupun industri kimia. Untuk industri kakao banyak diolah menjadi pupuk hijau, gas bio dan bahan bakar. Pada industri kimia, kakao dapat diolah menjadi jeli, *nata de coco*, pektin, alkohol, herbisida cair, serta aktivator untuk proses pengomposan (Widyotomo dan Mulato, 2006)

2.2 Tanaman Buah Naga Merah (*Hylocereus polyrhizus*)

Tanaman buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*) dengan nama asli yang dikenal yaitu pitahaya atau pitaya yang artinya naga merupakan tanaman berupa kaktus asli berasal dari Amerika lalu menyebar ke pantai Florida dan Brazil. Di Amerika buah naga yang telah ditemukan adalah sekitar 14 spesies namun spesies utama *Hylocereus* yang telah dibudidayakan adalah *Hylocereus undatus* (buah berwarna putih), *Hylocereus polyrhizus* (kulit dan buah berwarna merah) dan *Hylocereus megalanthus* (berkulit kuning berbuah putih) (Hernnndez dan Salazar, 2012). Menurut Kristanto (2008) tanaman buah naga dilihat dari segi taksonomi dalam klasifikasi termasuk dalam Ordo *Cactales*, Famili *Cactaceae*, Subfamili *Hylocereanea*, Genus *Hylocereus* dan Species *Hylocereus polyrhizus*.



Gambar 3. Buah Naga Merah (*Hylocereus polyrhizus*).

Buah naga berbentuk bulat panjang, letak buah pada umumnya mendekati ujung cabang atau batang. Pada batang dapat tumbuh buah lebih dari satu, terkadang bersamaan atau berhimpitan (Rahayu, 2014). Termasuk salah satu tanaman hortikultura yang baru dibudidayakan di Indonesia dengan warna buah merah yang menyala dan bersisik hijau (Khairunnas dan Tety, 2011). Buah ini memiliki bentuk yang sangat unik. Bentuk fisiknya mirip dengan buah nanas hanya saja memiliki sulur pada kulitnya. Buah naga berwarna merah jambu dengan daging buah berbagai jenis antara lain berwarna putih, kuning dan merah dengan biji kecil berwarna hitam yang sangat lembut dan lunak (Mahmudi, 2011).

2.2.1 Kulit Buah Naga Merah

Kulit buah naga memiliki ketebalan 2-3 cm, permukaannya terdapat jumbai atau jambul berukuran 1-2 cm. Buah naga memiliki kulit 30-35% dari berat buahnya, umumnya masyarakat kurang memperhatikan pemanfaatan kulit buah naga. Hal ini sangat di sayangkan karena kulit buah naga merah memiliki banyak keunggulan. Keunggulan kulit buah naga kaya akan polifenol dan sumber antioksidan yang tidak mengandung toksik (Tondang dkk., 2018).



Gambar 4. Kulit Buah Naga Merah.

2.2.2 Kandungan dan Manfaat Buah Naga Merah

Buah naga merah mengandung senyawa antioksidan flavonoid, polifenol, karotenoid, vitamin C, vitamin E dan vitamin B (Heryani, 2016). Naga merah juga mengandung gula sederhana, serat alami, beta karoten, kalsium, lemak, fosfor, protein dan air (Pohan, 2018).

Buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*) dikenal sebagai buah yang dapat digunakan untuk pewarna alami, serta kaya akan antioksidan yang dapat

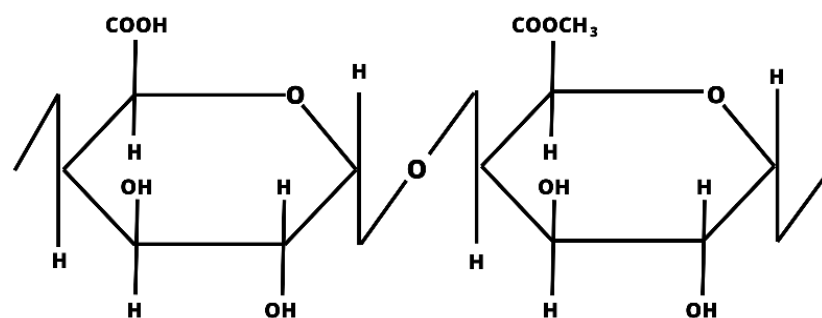
menangkal radikal bebas. Buah naga ini juga memiliki kandungan air sebanyak 90% (Saputra dkk., 2017). Kulit buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*) memiliki kandungan antosianin yang dapat membuat kadar kolesterol menjadi rendah (Kanner *et. al.*, 2001).

Menurut Waladi dkk. (2015) mengandung nutrisi yang baik seperti karbohidrat, lemak, protein, pektin dan serat pangan. Kandungan serat pangan pada kulit buah naga merah sekitar 46,7 %. Kandungan serat pangan pada kulit buah naga merah sekitar 46,7 %. Serat pangan memiliki manfaat bagi kesehatan yaitu mengontrol berat badan atau kegemukan, menanggulangi penyakit diabetes, mencegah gangguan gastrointestinal, kanker kolon (usus besar) serta mengurangi tingkat kolesterol darah (Santoso, 2011).

2.3 Pektin

Senyawa kimia pektin pertama kali ditemukan pada tahun 1970 oleh Vauquelin. Pektin berasal dari bahasa Yunani *pektas* yang berarti mengental atau menjadi padat dan istilah ini pertamakali diberikan oleh Braconnot. Braconnot melanjutkan penelitian yang dirintis oleh Vauquelin dan menyebut substansi pembentuk gel tersebut sebagai asam pektat (Herbstreith dan Fox, 2005).

Pektin merupakan salah satu senyawa yang terdapat pada dinding sel tumbuhan daratan. Pektin merupakan polimer dari asam D-galakturonat yang dihubungkan oleh ikatan 1,4 glikosidik dan banyak terdapat pada lamella tengah dinding sel tumbuhan, mengingat bahwa struktur komponen pektin juga banyak mengandung gugus aktif, maka pektin juga dapat digunakan sebagai salah satu sumber biosorben (Wong *et. al.* 2008).



Gambar 5. Struktur Pektinat (Pektin).

Pektin tersusun atas protopektin, pektin dan asam pektat (Hanum dkk., 2012) yang dijelaskan sebagai berikut:

- a. Protopektin bersifat tidak larut dalam air. Namun, jika dipanaskan dalam air yang mengandung asam, protopektin akan terhidrolisis menjadi pektin yang larut dalam air. Protopektin akan menjadi pektin yang larut dengan adanya hidrolisis asam, secara enzimatis dan secara fisik oleh pemanasan. Hasil dari hidrolisis adalah asam pektinat (Perina, 2007).
- b. Pektin adalah asam poligalakturonat yang bersifat koloid dan mengandung sejumlah metil ester (Hanum dkk., 2012). Pektin mengandung metil ester yang cukup yaitu lebih dari 50% dari seluruh karboksil. Mempunyai sifat yang larut dalam air dan dapat membentuk garam yang disebut garam pektinat. Dalam bentuk garam, pektin berfungsi dalam pembuatan jeli dengan keberadaan gula dan asam (Perina, 2007).
- c. Asam pektat merupakan senyawa pektin dengan gugus karboksil yang tidak teresterifikasi pada asam galakturonat. Bersifat tidak larut dalam air dan tidak membentuk gel. Namun, jika membentuk garam, asam pektat disebut pektat dan dapat larut dalam air (Perina, 2007).

2.3.1 Manfaat Pektin

Dalam pemanfaatannya pektin digolongkan sebagai *food additive* dan ditemukan secara alami pada tanaman maka *Food and Drug Administration* (FDA) menerimanya sebagai bahan tambahan makanan yang aman (Perina, 2007).

Menurut Kirk dan Othmer dalam Syah (2010) penggunaan pektin dalam bidang farmasi sebagai antidiare, dimana pektin bekerja sebagai adsorbent dalam usus dan juga digunakan untuk obat luka sebagai hemostatik agent. Pektin dapat digunakan sebagai antikoagulan yang memiliki efek heparin dan juga dapat digunakan untuk menurunkan kolesterol darah pada diet kolesterol. Pektin juga dilaporkan mampu digunakan sebagai antidotum yang efektif terhadap keracunan logam berat, melalui pembentukan garam-garam yang tidak larut.

Menurut Eliaz *et. al.* (2007) penggunaan pektin dapat digunakan sebagai pengkelat alternatif. Hal ini disebabkan oleh berat molekul pektin yang rendah

dapat mengikat logam dengan selektif. Pektin hanya mengikat logam berat tanpa turut mengikat mineral esensial dari dalam tubuh. Kekuatan pengikatan yang dimiliki oleh pektin bervariasi, sesuai dengan afinitas pektin terhadap logam yang diikat. Hal tersebut didukung oleh tidak adanya efek samping yang dilaporkan atau didokumentasikan terkait dengan pengkelatan logam berat dengan menggunakan pektin. Pektin digunakan sebagai antidotum yang efektif terhadap keracunan logam berat dengan cara pembentukan garam yang tidak larut (Dhaneswari dkk., 2015).

2.3.2 Ekstraksi Pektin

Ekstraksi merupakan proses pemisahan berdasarkan perbedaan kemampuan melarutnya komponen-komponen yang ada dalam campuran. Secara garis besar ekstraksi dibedakan menjadi dua macam, yaitu ekstraksi padat-cair (leaching) dan ekstraksi cair-cair. Ekstraksi padat-cair atau leaching adalah proses pemisahan solut dari padatan yang tidak dapat larut yang disebut inert (Perina, 2007).

Pemisahan pektin dapat dilakukan secara ekstraksi. Proses ekstraksi merupakan proses pemisahan dengan bantuan pelarut. Pektin dapat larut dalam beberapa macam pelarut seperti air dan beberapa macam senyawa seperti asam, senyawa organik dan senyawa alkali pelarut tersebut harus dapat mengekstrak senyawa target yang terkandung di dalam bahan (Tuhuloula dkk., 2013). Untuk mengekstraksi pektin ada beberapa metode yang dapat dipakai, seperti metode MAE (*Microwave Assisted Extraction*), konvensional, ultrasonik dan lain-lain. Metode konvensional adalah metode yang sangat lazim digunakan. Metode ini mengekstraksi dengan bantuan pelarut. Metode konvensional telah digunakan beberapa peneliti dalam proses ekstraksi pektin seperti Nazaruddin *et. al.* (2011), Suwoto dkk. (2017) dan Yati dkk. (2017)

Menurut Braverman dalam Octaviana (2012) proses pembuatan pektin kering meliputi beberapa tahap yaitu preparasi, ekstraksi, pemisahan, pencucian dan pengeringan. Cara yang digunakan untuk mengekstrak pektin dari jaringan tanaman sangat beragam. Ekstraksi pektin pada dasarnya adalah proses pengeluaran pektin dari jaringan tanaman.

Ekstraksi pektin juga dapat menggunakan pelarut asam, baik asam organik maupun asam anorganik. Jenis asam organik yang umumnya digunakan sebagai penghidrolisis pektin ialah asam asetat, asam nitrat, dan asam sitrat. Sedangkan asam anorganik meliputi asam natrium heksametafosfat, asam sulfat, dan asam klorida. Faktor-faktor yang mempengaruhi ekstraksi pektin, yaitu ukuran partikel, waktu ekstraksi, konsentrasi pelarut, suhu, jenis pelarut, dan pH (Fitriani, 2003).

2.4 Bioadsorben

Adsorpsi merupakan proses penggumpalan substansi terlarut dalam larutan oleh zat penyerap yang membuat masuknya bahan dan mengumpul dalam suatu zat penyerap. Pada proses adsorpsi ada istilah adsorben dan adsorbat. Adsorben adalah zat penyerap sedangkan adsorbat adalah zat yang diserap (Giyatmi, 2008).

Biosorpsi atau bioadsorben merupakan kemampuan material biologi untuk mengakumulasi logam berat. Proses biosorpsi dapat terjadi karena adanya material biologis yang disebut biosorben dan adanya larutan yang mengandung logam berat dengan afinitas yang tinggi sehingga mudah terikat dengan biosorben (Sinly dan Johan, 2007).

Syarat adsorben yang baik menurut Putro dan Ardhiyanti (2010) adalah mempunyai daya serap yang baik, berupa zat padat yang mempunyai luas permukaan yang besar, tidak boleh larut dalam zat yang akan diadsorpsi, tidak boleh mengadakan reaksi kimia dengan campuran yang akan dimurnikan, dapat diregenerasikan kembali dengan mudah, tidak beracun, tidak meninggalkan residu berupa gas yang berbau dan mudah didapat dan harganya murah. Metoda biosorpsi adalah metoda cepat dan reversible dalam penyerapan logam dengan biomassa yang terjadi antara mikroorganisme hidup dan mati, dalam metoda biosorpsi telah ditemukan biosorben yang kaya ligan organik dan gugus fungsi dapat berperan sebagai pengikat logam berat (Kurniasari dkk., 2012).

Beberapa contoh biosorben yang memanfaatkan pektin sebagai penyerap logam diantaranya adalah pektin dari kulit jeruk siam dengan persentase serapan 99,18% dan kapasitas serapan sebesar 4,959 mg/g (Mery, 2017), pektin kulit durian memiliki daya serap terhadap logam berat timbal sebesar 47% (Nina dkk., 2015), dan uji adanya serap pektin dari kulit kakao terhadap logam tembaga (Cu)

dan seng (Zn) dengan konsentrasi larutan logam berat 10 ppm dan berat pektin 0,2 gram menghasilkan daya serap pada logam Cu yaitu 90,71% dan pada logam Zn yaitu 87,55% (Maulidiyah dkk., 2014)

Adapun bahan-bahan yang dapat dijadikan sebagai biosorpsi selain pektin diantaranya adalah sekam padi karena terdapat kandungan gugus fungsi seperti karboksil dan hidroksil (Mullick *et. al.*, 2017), serbuk kayu jati yang banyak mengandung selulosa (Harni dkk., 2015), tongkol jagung yang mengandung selulosa dapat digunakan sebagai adsorben logam berat Pb (II) (Sulistiawati, 2008), kulit jengkol dapat digunakan sebagai penyerap ion logam Cd (II), Zn (II) dan Ni(II) (Isnaini dkk., 2013) dan arang aktif dari kulit buah coklat (*Theobroma cacao L.*) berfungsi sebagai adsorben logam berat Cd (II) dalam pelarut air (Masitoh dan Sanita, 2013).

2.5 Logam Berat Timbal (Pb^{2+})

Logam berat adalah elemen kimiawi metalik dan metaloida yang memiliki bobot atom dan bobot jenis yang tinggi. Unsur-unsur yang tergolong dalam logam berat dapat bersifat racun bagi makhluk hidup sehingga dapat disebut dengan logam beracun. Logam berat selalu menjadi masalah bagi lingkungan dan terkena paparan logam berat yang terus menerus dapat mempengaruhi aspek kesehatan secara langsung (Solidum, 2013).

Menurut Kementerian Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup (1990) sifat toksisitas logam berat dapat dikelompokkan ke dalam 3 kelompok, yaitu bersifat toksik tinggi diantaranya Hg, Cd, Pb, Cu, dan Zn bersifat toksik sedang terdiri dari unsur-unsur Cr, Ni, dan Co serta bersifat toksik rendah terdiri atas unsur Mn dan Fe. Kehadiran logam berat dalam limbah baik limbah laboratorium maupun limbah industri menjadi perhatian yang serius karena limbah tersebut beracun, tidak dapat didegradasi, karsinogen dan akan menimbulkan gangguan kesehatan seperti kanker, gagal ginjal, sariawan dan lain-lain (Bernard *et. al.*, 2013).

Timbal merupakan salah satu jenis logam berat yang terdiri dari komponen oksida, halogenida, karbonat, kromat, sulfat dan lain-lain (Kvesitadze *et. al.*, 2006). Keracunan timbal dapat disebabkan oleh kandungan timbal dalam mainan,

debu, pigmen pada cat, abu dan asap dari pembakaran kayu yang dicat, limbah tukang emas, industri rumah, baterai dan percetakan. Makanan dan minuman. Bagi kebanyakan orang, sumber utama asupan Pb adalah makanan (Palar, 2008).

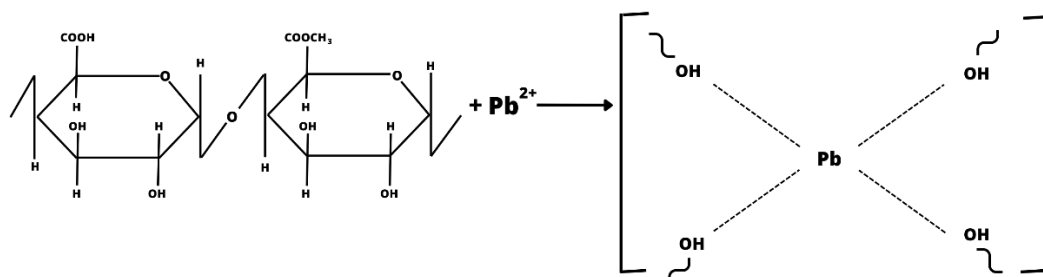
Paparan timbal dapat menyebabkan berbagai macam masalah kesehatan pada manusia. Paparan kronis dari timbal dapat menimbulkan gejala-gejala dari permasalahan sistem persarafan, kardiovaskuler, pernapasan, hemopoetik, dan uropoetik. Tanda dan gejala yang muncul bisa tidak spesifik seperti konstipasi, anemia, iritabilitas, nyeri abdomen, dan, sulit berkonsentrasi. Timbal juga merupakan salah satu pemicu yang dapat meningkatkan risiko hipertensi (Rapisarda *et. al.*, 2016).

2.6 Mekanisme daya serap pektin terhadap logam

Pada struktur komponen pektin banyak terdapat gugus aktif, sehingga pektin dapat digunakan sebagai biosorben (Nafikatus dkk., 2017). Pektin di dalam larutan akan berkumpul dan membentuk kantung-kantung dimana kantung tersebut dapat membentuk kompleks dengan kation logam. Kantung-kantung tersebut memiliki muatan negatif sehingga memiliki daya tarik yang kuat terhadap muatan positif dari kation logam (Eliaz *et. al.*, 2007).

Proses biosorpsi logam oleh pektin dapat terjadi karena adanya gugus-gugus yang memiliki pasangan elektron bebas seperti gugus karboksilat dan hidroksil yang terdapat pada senyawa tersebut, sehingga kation logam dapat tertarik dan berikatan membentuk kompleks pektin dan logam (Madhav *et. al.*, 2002).

Menurut Hariyati (2006) pektin terdiri dari gugus-gugus fungsional yaitu karboksil, hidroksil, amida dan metoksil. Keempat gugus tersebut ikut berperan dalam proses penyerapan logam berat, terutama gugus karboksil yang memiliki kemampuan paling besar berikatan dengan logam.

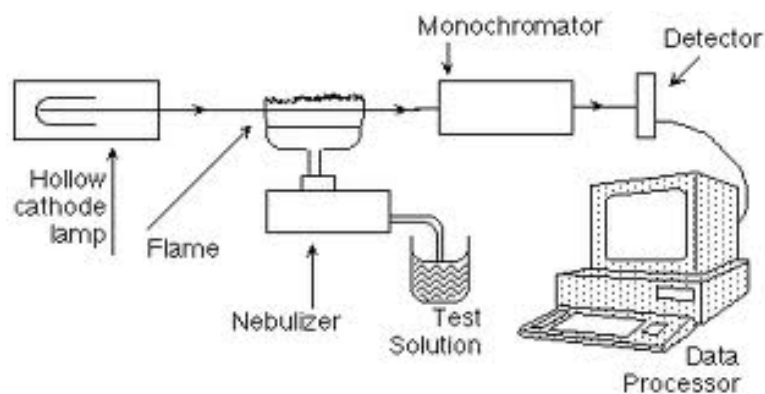


Gambar 6. Reaksi kompleks Pb (II) dengan gugus aktif pada pektin (Sri, 2010)

2.7 AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometry*)

Spektrofotometri serapan atom merupakan teknik analisis kuantitatif dari unsur-unsur yang pemakaiannya sangat luas di berbagai bidang karena prosedurnya selektif, spesifik, biaya analisisnya relatif murah, sensitivitasnya tinggi (ppm-ppb), dapat dengan mudah membuat matriks yang sesuai dengan standar, waktu analisis sangat cepat dan mudah dilakukan (Gandjar dan Rohman, 2007).

Menurut Skoog *et. al.* (2000) Spektrofotometer serapan atom (SSA) merupakan suatu alat yang digunakan pada metode analisis untuk penentuan unsur-unsur logam dan metaloid yang pengukurannya berdasarkan penyerapan cahaya dengan panjang gelombang tertentu oleh atom logam dalam keadaan bebas. Pemilihan metode analisis yang sesuai untuk logam-logam berat seperti Zn, Mn, Cu, Ni, Cd, Co, Cr, Fe dan Pb yaitu menggunakan metode Spektrofotometri serapan atom (Adefemi *et.al.*, 2008).



Gambar 7. Skema alat Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)

Hukum Lambert-Beer merupakan dasar dari prinsip kerja spektrofotometer, dimana apabila seberkas cahaya dilewatkan oleh suatu medium pada panjang gelombang tertentu maka cahaya tersebut sebagian diteruskan dan sebagian lagi diabsorpsi oleh medium. Hubungan antara cahaya absorbansi dengan konsentrasi penyerap dan jarak yang ditempuh cahaya dalam larutan (tebal larutan) adalah berbanding lurus. Jika nilai absorbansi semakin besar maka konsentrasi penyerap

dan jarak yang ditempuh cahaya juga semakin besar, begitupun sebaliknya (Warono dan Syamsuddin, 2013).

Aspek kuantitatif dari metode spektrofotometri yang diterangkan oleh hukum Lambert-Beer, yaitu:

$$A = \varepsilon \cdot b \cdot c \text{ atau } A = a \cdot b \cdot c$$

Keterangan : A = Absorbansi

ε = Absorptivitas molar (mol/L)

a = Absorptivitas (g/L)

b = Tebal kuvet (cm)

c = Konsentrasi larutan (ppm)

Menurut Hukum Lambert-Beer konsentrasi dapat dihitung berdasarkan rumus di atas, absorbtivitas merupakan konstanta yang tergantung pada konsentrasi, tebal dan intensitas radiasi yang mengenai larutan sampel. (Day and Underwood, 2002). Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam hukum Lambert-Beer, yaitu senyawa yang mengabsorbsi dalam larutan tersebut tidak bergantung terhadap yang lain, indeks bias tidak bergantung pada konsentrasi larutan, sinar yang digunakan dianggap monokromatis, absorbansi terjadi dalam volume yang memiliki penampang luas yang sama dan tidak terjadi peristiwa fluoresensi (Gandjar dan Rohman, 2018).

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan di laboratorium Farmasi dan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Pakuan.

3.2 Alat

Alat-alat yang digunakan untuk penelitian yaitu alat- alat gelas (Pyrex®), ayakan mesh 80, blender, cawan uap, krus, kain batis, kertas saring, oven (Memert®), *Hot plate stirrer* (Ika®), pengaduk magnetik (*magnetic stirrer*), sentrifugator (Hettich®), Spektrofotometer Serapan Atom (SSA), tanur (Daihan Scientific®) dan timbangan analitik (LabPro®).

3.3 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan untuk penelitian yaitu kulit buah kakao (*Theobroma cacao L*), kulit buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*), pektin komersial, asam sitrat, AgNO₃, aquadest, etanol 96%, HCl, iodium, NaCl, indikator *phenolphthalein*, NaOH dan (Pb(NO₃)₂).

3.4 Metode dan Cara Kerja

3.4.1 Determinasi Tanaman

Determinasi tanaman buah coklat dan buah naga merah dilakukan di Badan Ristek dan Inovasi Nasional (BRIN).

3.4.2 Preparasi Sampel

Kulit buah coklat dan kulit buah naga merah dicuci bersih dengan menggunakan air mengalir kemudian dipotong kecil- kecil dan dikeringkan dengan menggunakan oven pada suhu 50°C hingga kering. Kulit buah yang sudah kering dihaluskan menggunakan blender sehingga diperoleh serbuk kulit buah coklat dan kulit buah naga merah (Huyen and Quoc, 2014). Kemudian simplisia kulit buah coklat dan naga merah di ayak dan ditimbang untuk mengetahui rendemennya. Rendemen simplisia dihitung dengan rumus:

$$\text{Rendemen (\%)} = \frac{\text{Berat serbuk (g)}}{\text{Berat bahan (g)}} \times 100\%$$

3.4.3 Analisis Mutu simplisia

3.4.3.1 Uji Organoleptis

Uji organoleptis merupakan parameter uji spesifik simplisia meliputi bentuk, warna, rasa dan aroma. Uji ini dilakukan dengan mengamati simplisia menggunakan panca indra guna mengetahui karakteristik fisik dari bahan yang akan digunakan.

3.4.3.2 Uji Kadar air

Sebanyak 2 gram sampel ditimbang lalu dimasukkan ke dalam cawan uap yang telah ditara. Lalu dimasukan ke dalam oven pada suhu 105°C selama 5 jam, dan timbang. Lanjutkan pengeringan dan timbang pada selang waktu 1 jam sampai perbedaan antara dua penimbangan berturut-turut tidak lebih dari 0,25% (Depkes RI, 2017). Adapun rumus kadar air adalah sebagai berikut:

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{M1 - M2}{M1} \times 100\%$$

Keterangan : M1 = Berat krus kosong + berat sampel (g)

M2 = Berat Krus dan sampel setelah dioven (g)

3.4.3.3 Uji kadar abu total

Sebanyak 2 gram sampel ditimbang lalu dimasukkan ke dalam krus yang telah ditara, selanjutnya dimasukkan ke dalam tanur yang bersuhu 600°C hingga arang habis dan dinginkan dalam desikator setelah dingin lalu ditimbang untuk mengetahui beratnya (Depkes RI, 2017). Adapun rumus kadar abu adalah sebagai berikut:

$$\text{Kadar abu (\%)} = \frac{c - a}{b - a} \times 100\%$$

Keterangan : a = Berat krus kosong (g)

b = Berat krus + berat sampel (g)

c = Berat krus + berat abu (g)

3.4.4 Ekstraksi Pektin

3.4.4.1 Ekstraksi kulit buah kakao

Ekstraksi pektin kulit buah coklat dilakukan dengan metode konvensional dengan cara sebanyak 250 gram sampel yang telah diserbukkan ditambah

aquadest sebanyak 1:20. Kemudian larutan ditambahkan asam sitrat 5% sampai memiliki pH 3, dan dipanaskan pada suhu 80°C selama 120 menit. Selanjutnya dilakukan penyaringan dengan menggunakan kain batis, filtrat hasil penyaringan diambil, kemudian ditambahkan etanol 96% dengan perbandingan volume 1:1 dan diendapkan selama 18-24 jam. Endapan pektin disaring dan dicuci dengan etanol 96% sampai bebas klorida yang ditandai dengan tidak adanya endapan putih pada etanol bekas pencucian ketika ditambahkan AgNO₃. Endapan pektin dikeringkan dengan oven pada suhu 40°C hingga kering (Roikah dkk., 2016), kemudian ditimbang yang dihasilkan ditimbang beratnya. Lalu dihitung rendemennya menggunakan rumus:

$$\text{Rendemen pektin (\%)} = \frac{\text{Berat pektin (g)}}{\text{Berat simplisia (g)}} \times 100\%$$

3.4.4.2 Ekstraksi kulit buah naga merah

Ekstraksi pektin kulit buah naga merah dilakukan dengan metode konvensional dengan cara sebanyak 250 gram sampel yang telah diserbukkan ditambah aquadest sebanyak 1:20. Kemudian larutan tambahkan HCl 0,25 N sampai memiliki pH 2, dan dipanaskan pada suhu 80°C selama 120 menit. Selanjutnya dilakukan penyaringan dengan menggunakan kain batis, filtrat hasil penyaringan diambil, kemudian ditambahkan etanol 96% dengan perbandingan volume 1:1 dan diendapkan selama 18-24 jam. Endapan pektin disaring dan dicuci dengan etanol 96% sampai bebas klorida yang ditandai dengan tidak adanya endapan putih pada etanol bekas pencucian ketika ditambahkan AgNO₃. Endapan pektin dikeringkan dengan oven pada suhu 40°C selama 8 jam (Roikah dkk., 2016), kemudian ditimbang yang dihasilkan ditimbang beratnya. Lalu dihitung rendemennya menggunakan rumus:

$$\text{Rendemen pektin (\%)} = \frac{\text{Berat ekstrak (g)}}{\text{Berat simplisia (g)}} \times 100\%$$

3.4.5 Kadar Abu

Sebanyak 2 gram sampel dimasukkan ke dalam krus yang telah ditimbang dan diketahui beratnya, selanjutnya dimasukkan ke dalam tanur yang bersuhu 600°C sampel dipijar hingga arang habis. Abu yang diperoleh dimasukkan

kedalam desikator, setelah dingin lalu ditimbang kembali untuk mengetahui beratnya (Depkes RI, 2017).

$$\text{Kadar abu (\%)} = \frac{c - a}{b - a} \times 100\%$$

Keterangan : a = Berat krus kosong (g)

b = Berat krus + berat sampel (g)

c = Berat krus + berat abu (g)

3.4.6 Kadar Air

Sebanyak 2 gram sampel ditimbang lalu dimasukkan ke dalam cawan uap yang telah ditara. Lalu dimasukan ke dalam oven pada suhu 105° selama 3 jam, dan timbang. Lanjutkan pengeringan dan timbang pada selang waktu 1 jam sampai didapatkan berat konstan (Depkes RI, 2020). Adapun rumus kadar air adalah sebagai berikut:

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{M1 - M2}{M1} \times 100\%$$

Keterangan : M1 = Berat krus kosong + berat sampel (g)

M2 = Berat Krus dan sampel setelah dioven (g)

3.4.7 Analisis Pektin

3.4.7.1 Identifikasi Pektin

Identifikasi organoleptis dilakukan dengan mengamati bentuk, warna dan bau pektin (Musta, 2018).

Identifikasi pektin juga dilakukan dengan cara menimbang 0,5 gram serbuk pektin lalu dilarutkan dalam 50 mL aquadest, kemudian diambil 5 mL larutan pektin dan ditambahkan etanol 96% dengan volume sama. Hasil positif akan terbentuk endapan bening seperti gelatin. Diambil 5 mL larutan, ditambahkan 1 mL natrium hidroksida 2 N, Didiamkan pada suhu ruang selama 15 menit. Hasil positif akan terbentuk gel atau semigel (perbedaan dari tragakan). (Depkes RI, 2020)

3.4.7.2 Pembakuan NaOH

Dibuat larutan asam oksalat 0,1 N dengan cara menimbang 1,26 gram asam oksalat lalu ditambahkan aquadest sebanyak 100 mL. Kemudian larutan

asam oksalat dimasukkan kedalam 3 erlenmeyer masing-masing sebanyak 20 mL, lalu ditetaskan indikator phenolphthalein sebanyak 3 tetes kedalam masing-masing erlenmeyer dan dititrasi menggunakan NaOH 0,1 N sampai menjadi warna merah muda, kemudian dicatat volume titrasinya.

3.4.7.3 Bobot Ekivalen

Sebanyak 0,5 g sampel ditambah dengan etanol 96% sebanyak 2 ml dan kemudian ditambahkan dengan aquadest 25 mL dan larutan NaCl 2,5% 25 mL. Hasil dari pencampuran ditetesi dengan indikator *phenolphthalein* 5 tetes dan kemudian dititrasi menggunakan NaOH 0,1 N hingga warna berubah menjadi merah muda, volume titrasi dicatat (Suwoto dkk., 2017). Berat ekivalen ditentukan dengan menggunakan rumus:

$$\text{Berat ekivalen (mg)} = \frac{W \text{ sampel (mg)}}{V \text{ NaOH} \times N \text{ NaOH}}$$

Keterangan : V NaOH = Volume NaOH (mL)

N NaOH = Normalitas NaOH

W Sampel = Berat sampel (mg)

3.4.7.4 Kadar Metoksil

NaOH 0,25 N sebanyak 25 mL ditambahkan kedalam larutan hasil penentuan BE, diaduk hingga homogen kemudian tutup selama 30 menit. Kemudian ditambahkan larutan HCl 0,25 N sebanyak 25 mL dan 5 tetesi *phenolphthalein*. Selanjutnya dititrasi dengan NaOH 0,1 N hingga terbentuk warna merah muda, volume titraai dicatat (Suwoto dkk., 2017). Kadar metoksi ditentukan dengan menggunakan rumus:

$$\text{Kadar metoksi (\%)} = \frac{V \text{ NaOH} \times 31 \times N \text{ NaOH}}{W \text{ Sampel (mg)}} \times 100\%$$

Keterangan : V NaOH = Volume NaOH (mL)

N NaOH = Normalitas NaOH

W Sampel = Berat sampel (mg)

31 = Bobot molekul metoksil

3.4.7.5 Kadar Galakturonat

Kadar asam galakturonat dihitung dari mili NaOH yang diperoleh dari penentuan bilangan ekivalen dan kadar metoksil (Suwoto dkk., 2017). Kadar galakturonat ditentukan dengan rumus :

$$\text{KG (\%)} = \frac{(\text{Vol. NaOH BE} + \text{Vol. NaOH KM}) \times 194 \times \text{N NaOH}}{\text{W Sampel (mg)}} \times 100\%$$

Keterangan : 194 = Bobot molekul asam galakturonat

3.4.7.6 Derajat Esterifikasi

Derajat Esterifikasi menunjukkan jumlah residu asam D-galakturonat dalam satuan persen yang mana gugus karboksilnya diesterifikasi oleh metanol (Husnawati dkk., 2019). Derajat esterifikasi (DE) ditentukan dengan menggunakan rumus:

$$\text{DE} = \frac{\text{V2} \times \text{N NaOH}}{(\text{V1} + \text{V2}) \times \text{N NaOH}} \times 100\%$$

Keterangan : V1 = Volume NaOH pada titrasi BE

V2 = Volume NaOH pada titrasi KM

3.4.8 Analisis Efisiensi Penyerapan Logam oleh Pektin

3.4.8.1 Pembuatan Larutan Stok Pb

Pembuatan larutan stok ($\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$) dengan konsentrasi 500 ppm dengan cara ditimbang 0,8 gram ($\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$) dilarutkan dalam 1000 mL aquadest, kemudian dibuat larutan standar dengan deret konsentrasi 0 ppm, 0,2 ppm, 0,4 ppm, 0,8 ppm, 2 ppm, 5 ppm, dan 10 ppm. Pembuatan deret standar dibuat dengan cara dipipet sebanyak 0 mL, 0,02 mL, 0,04 mL, 0,08 mL, 0,16 mL, 1 mL dan 2 mL dari larutan baku kemudian ditambahkan aquadest sebanyak 100 mL dan diperoleh larutan dengan konsentrasi 0 ppm, 0,2 ppm, 0,4 ppm, 0,8 ppm, 2 ppm, 5 ppm, dan 10 ppm

3.4.8.2 Pembuatan Larutan Pb Uji

Pembuatan larutan uji Pb dengan deret konsentrasi 5, 10 dan 15 ppm (Masdiana dkk., 2019). Pembuatan larutan uji Pb dilakukan dengan cara dipipet sebanyak 1,5 mL, 3 mL dan 4,5 mL dari larutan uji kemudian ditambahkan 150 mL aquades dan diperoleh larutan 5 ppm, 10 ppm dan 15 ppm.

3.4.8.3 Uji Penyerapan Pektin Komersial

Sebanyak 3 buah erlenmeyer disiapkan dan dimasukkan pektin komersial sebanyak 0,5 gram ke dalam masing-masing erlenmeyer, kemudian ditambahkan 50 mL larutan Pb dengan konsentrasi 5, 10 dan 15 ppm pada setiap erlenmeyer. Selanjutnya diaduk menggunakan pengaduk magnetik (*magnetic stirrer*) selama 2 jam. Larutan tersebut disentrifugasi dengan kecepatan 3000 rpm selama 5 menit (Arlofa, 2015 dan Wayan, 2014). Kemudian dilakukan destruksi sampel dengan cara menambahkan larutan pengoksidasi HNO_3 pekat 30 mL kedalam larutan yang akan diuji lalu didiamkan hingga larutan jernih dan ukur kadar logam dengan menggunakan SSA dengan panjang gelombang 283,3 nm.

3.4.8.4 Uji Penyerapan Pektin Sampel

Sebanyak 3 buah erlenmeyer disiapkan dan dimasukkan pektin hasil ekstraksi sebanyak 0,5 gram ke dalam masing-masing erlenmeyer, kemudian ditambahkan 50 mL larutan logam berat Pb dengan konsentrasi 5, 10 dan 15 ppm pada setiap erlenmeyer. Selanjutnya diaduk menggunakan pengaduk magnetik (*magnetic stirrer*) selama 2 jam. Larutan tersebut disentrifugasi dengan kecepatan 3000 rpm selama 5 menit (Arlofa, 2015 dan Wayan, 2014). Kemudian dilakukan destruksi sampel dengan cara menambahkan larutan pengoksidasi HNO_3 pekat 30 mL kedalam larutan yang diuji lalu didiamkan hingga larutan jernih dan ukur kadar logam dengan menggunakan SSA dengan panjang gelombang 283,3 nm.

3.4.9 Analisis Data

Untuk membuat kurva baku, persamaan regresi linear dibuat berdasarkan data absorbansi dan konsentrasi dari larutan standar. Sehingga konsentrasi ion logam Pb tersisa dalam sampel dapat dihitung dengan bantuan persamaan linear berikut (Hesty dkk., 2021) :

$$y = bx + a$$

Keterangan : y = Konsentrasi logam awal (ppm)
 a = *Intercept*
 b = *Slope*
 x = Konsentrasi logam yang tersisa (ppm)

Efisiensi adsorpsi pektin terhadap logam Pb dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan berikut (Hesty dkk., 2021):

$$Ef (\%) = \frac{C_0 - C_e}{C_0} \times 100\%$$

Keterangan: % Ef = kapasitas daya serap pektin terhadap logam (%)

C₀ = konsentrasi logam awal (ppm)

C_e = Konsentrasi logam akhir (ppm)

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Determinasi tanaman

Tanaman buah coklat dan tanaman buah naga merah yang digunakan sebagai sampel telah melalui langkah determinasi tanaman di Badan Ristek dan Inovasi Nasional (BRIN) dengan hasil sebagai berikut sesuai dengan tabel berikut:

Tabel 1. Hasil Determinasi tanaman

Sampel	Hasil
Kulit buah coklat (<i>Theobroma cacao</i> L.)	Jenis : (<i>Theobroma cacao</i> L.) Suku : Malvaceae
Kulit buah naga merah (<i>Hylocereus polyrhizus</i>)	Jenis : (<i>Hylocereus polyrhizus</i>) Suku : Cactaceae

4.2 Preparasi dan standarisasi simplisia

Preparasi simplisia dilakukan pengeringan dengan menggunakan oven suhu 50°C hingga kering, pengeringan dengan suhu rendah bertujuan untuk menjaga senyawa-senyawa yang terkandung dalam simplisia agar tidak rusak. Kemudian dihaluskan menggunakan blender dan dilakukan uji standarisasi simplisia. Hasil rendemen setelah melalui proses preparasi ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel.2 Hasil rendemen simplisia kulit kakao dan kulit naga merah

Sampel	Rendemen (%)
Serbuk kulit buah cacao	7,1428
Serbuk kulit buah naga merah	6,25

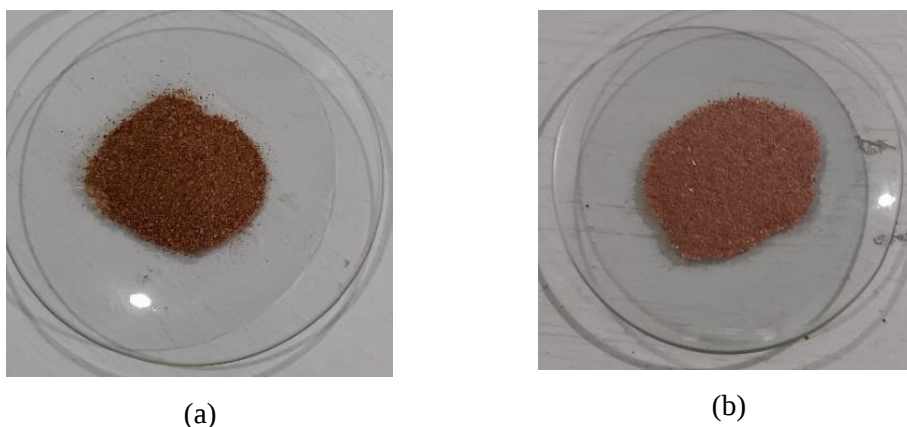
Adapun jenis uji standarisasi simplisia terbagi menjadi dua yaitu spesifik dan non spesifik. Untuk uji spesifik dilakukan uji organoleptis dan uji non spesifik dilakukan uji kadar air dan kadar abu simplisia.

Uji organoleptis merupakan salah satu uji standarisasi simplisia spesifik yang dilakukan dengan menggunakan panca indra dengan parameter yang diperhatikan yaitu bentuk, warna dan bau atau aroma. Adapun hasil dari uji organoleptik simplisia sebagaimana yang tertera pada tabel berikut:

Tabel.3 Hasil uji organoleptik simplisia kulit kakao dan kulit naga merah

Sampel	Hasil
Serbuk kulit buah coklat (<i>Theobroma cacao L.</i>)	Warna : Coklat Bentuk : Serbuk Bau : Aromatis khas kulit buah cacao
Serbuk Kulit Buah Naga Merah (<i>Hylocereus polyrhizus</i>)	Warna : Merah muda Bentuk : Serbuk Bau : Aromatis khas kulit buah naga merah

Adapun gambar serbuk simplisia kulit buah coklat dan serbuk simplisia kulit buah naga adalah sebagai berikut:

**Gambar 8.** Serbuk simplisia kulit kakao (*Theobroma cacao L.*) (a) dan serbuk simplisia kulit buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*) (b)

Uji simplisia selanjutnya adalah uji non spesifik yaitu uji kadar air yang dengan menggunakan metode gravimetri. Kadar air dapat mempengaruhi kualitas masa simpan simplisia karena air dapat menyebabkan simplisia mudah terkontaminasi mikroba dan fisik simplisia menjadi rusak (Handayani, dkk., 2017).

Tabel 4. Hasil uji kadar air simplisia

Sampel	Hasil rata-rata (%)
Kulit buah kakao	4,1667
Kulit buah naga merah	4,2149

Adapun hasil dari uji kadar air pada simplisia kulit buah kakao adalah 4,1667% dan hasil kadar air simplisia kulit buah naga adalah 4,2149 % hasil ini diperoleh dari nilai rata-rata dua kali pengulangan (duplo) pada kedua sampel. Berdasarkan syarat uji kadar air simplisia menurut Departemen Kesehatan (2017) yaitu tidak boleh $\geq 10\%$ hal ini menunjukkan bahwa simplisia kulit buah kakao dan kulit buah naga merah memenuhi syarat uji kadar air.

Standarisasi simplisia non spesifik selanjutnya yaitu uji kadar abu total dengan menggunakan metode gravimetri, prinsip dari metode ini adalah bahan yang dipanaskan pada temperatur tinggi, sehingga senyawa organik dan turunannya terdestruksi, menguap dan hanya tertinggal unsur mineral dan anorganiknya.

Tabel 5. Hasil uji kadar abu simplisia

Sampel	Hasil rata-rata (%)
Kulit buah kakao	7,1371
Kulit buah naga merah	7,52

Kadar abu total menunjukkan jumlah mineral yang terkandung dalam suatu bahan. Adapun hasil dari uji kadar abu yang diperoleh dari nilai rata-rata dua kali pengulangan (duplo) pada simplisia kulit buah kakao adalah 7,1371% dan hasil pada simplisia kulit buah naga adalah 7,52%. Kadar abu dari kulit buah kakao dan naga merah cukup tinggi, Hasil penelitian Saneto (2012) menyatakan bahwa kadar abu kulit buah naga berkisar antara 19,1-19,5% dan hasil penelitian Vasquez *et.al.*, (2019) menyatakan bahwa rentang kadar abu total kulit buah kakao yaitu 6-12%.

4.3 Ekstraksi pektin

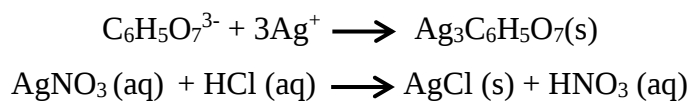
Proses ekstraksi merupakan suatu proses pemisahan dari bahan padat maupun cair dengan bantuan pelarut. Menurut Braverman dalam Octaviana (2012) tahapan ekstraksi pektin kering meliputi beberapa tahap yaitu preparasi, ekstraksi, pemisahan/perendaman, pencucian dan pengeringan. Pada dasarnya, prinsip ekstraksi pektin adalah proses pengubahan protopektin yang tidak larut

dalam air menjadi pektin yang dapat larut dalam air dengan cara pemanasan, penambahan asam (zat penghidrolisis) atau secara enzimatis.

Pada ekstraksi pektin kali ini dilakukan dengan metode konvensional dengan pelarut aquadest sebanyak 1:20 lalu ditambahkan asam sitrat 5% sebagai zat penghidrolisis pada ekstraksi kakao hingga pH 3 dan menambahkan HCl 0,25N sebagai zat penghidrolisis pada ekstraksi naga merah sampai pH 2. Adapun kegunaan zat asam pada ekstraksi pektin adalah sebagai penghidrolisis protopektin menjadi pektin yang larut air, ekstraksi dalam kondisi asam juga dapat mengakibatkan terhidrolisisnya ikatan glikosidik gugus metil ester dari senyawa pektin untuk menghasilkan asam galakturonat. Menggunakan asam yang berbeda pada saat ekstraksi dapat mempengaruhi hasil rendemen serta mutu pektin yang terekstrak, karena faktor-faktor yang mempengaruhi ekstraksi pektin meliputi waktu ekstraksi, konsentrasi pelarut, suhu, jenis pelarut, dan pH (Fitriani, 2003). Waktu yang digunakan untuk mengekstraksi pektin adalah 120 menit dan suhu 80°C dan kecepatan pengaduk 900 rpm.

Proses selanjutnya adalah perendaman filtrat hasil ekstraksi dengan menggunakan etanol 96% tujuannya untuk mendapatkan endapan pektin yang banyak. Menurut Chasanah *et.al.*, (2019) semakin tinggi konsentrasi etanol yang digunakan, semakin banyak pektin yang dihasilkan. Etanol ditambahkan sebagai zat penghidroksi keseimbangan antara pektin dengan air. Pektin akan mengendap karena etanol memiliki berbobot molekul rendah, sehingga etanol akan bercampur sempurna dengan air melalui ikatan hidrogen. Proses pengendapan terjadi karena ikatan molekul pektin dengan air dan etanol berbeda, sehingga menyebabkan massa partikel menjadi lebih besar (terkoagulasi) dan pektin akan mengendap (Aziz *et. al.*, 2018).

Endapan yang diperoleh lalu dicuci dengan etanol hingga mencapai pH netral (bebas asam sitrat dan klorida). Untuk mengetahui pektin bebas asam, etanol pencucian pektin ditambahkan dengan AgNO₃ larutan netral akan ditandai dengan tidak adanya endapan putih yang merupakan perak sitrat (Ag₃C₆H₅O₇) dan larutan perak klorida (AgCl). Adapun reaksi yang terjadi antara asam sitrat dengan AgNO₃ dan Reaksi antara HCl dengan AgNO₃ adalah:



Setelah melalui tahapan-tahapan ekstraksi, pektin kemudian dikeringkan pada oven 40°C. Pengeringan pada suhu rendah bertujuan untuk meminimalkan adanya degradasi pektin. Adapun hasil rendemen pektin dapat dilihat sebagai berikut :

Tabel 6. Hasil rendemen pektin

Sampel	Rendemen (%)
Kulit buah cacao	6,6049
Kulit buah naga merah	8,8229

Adapun faktor-faktor yang dapat mempengaruhi ekstraksi pektin, yaitu ukuran partikel, waktu ekstraksi, konsentrasi pelarut, suhu, jenis pelarut dan pH (Fitriani, 2003). Penggunaan zat penghidrolisis asam sitrat menghasilkan rendemen pektin lebih rendah dibandingkan dengan HCl, hal ini terjadi karena HCl merupakan asam mineral yang mempunyai valensi 1 yang dapat menarik ekstrak lebih baik sehingga menghasilkan rendemen yang tinggi. Selain itu, HCl juga mempunyai nilai kesetimbangan yang besar yaitu sebesar 10^7 dan asam sitrat mempunyai kesetimbangan sebesar $7,21 \times 10^4$. Nilai K yang besar akan meningkatkan kekuatan suatu asam dalam menarik ion divalent dan menggantinya dengan ion hidrogen. Ion hidrogen berperan penting dalam proses hidrolisis protopektin menjadi pektin sehingga akan memperoleh rendemen pektin yang tinggi (Kesuma dkk., 2018).

Ekstraksi pektin dengan menggunakan suhu 80°C selama 2 jam dapat meningkatkan hasil rendemen pektin. Hasil penelitian Haryani (2006) menyatakan bahwa rendemen pektin dapat meningkat seiring dengan meningkatnya waktu ekstraksi karena semakin banyak waktu pelarut untuk masuk ke dalam sel jaringan sehingga lebih baik untuk menghidrolisis protopektin yang terdapat pada bahan. Hasil penelitian Roikah dkk. (2016) menyatakan bahwa semakin tinggi suhu yang digunakan untuk ekstraksi pektin maka semakin tinggi rendemen yang

dihasilkan. Hal ini terjadi karena pemanasan pada suhu tinggi dapat membantu mengoptimalkan proses hidrolisis pada ekstraksi pektin.

4.4 Analisis pektin

Analisis pektin yang dilakukan mencakup uji organoleptik, uji identifikasi, dan uji mutu pektin (kadar abu, kadar air, bobot ekivalen, kadar metoksil, kadar galakturonat dan derajat esterifikasi).

a. Uji organoleptik dan identifikasi pektin

Uji organoleptik dilakukan untuk menilai karakteristik pektin secara fisik, adapun cara pengujian organoleptik dengan menggunakan panca indera dengan parameter yang diperhatikan meliputi warna, bentuk sediaan dan bau. Adapun hasil uji organoleptik adalah sebagai berikut:

Tabel 7. Uji organoleptik pektin

Sampel	Syarat (Depkes RI, 2020)	Hasil
Kulit buah cacao	Warna = putih kekuningan;	Warna = Coklat
	Bau = hampir tidak berbau	Bau = tidak berbau
	Bentuk = Serbuk kasar atau halus	Bentuk = Serbuk
Kulit buah naga merah	Warna = putih kekuningan;	Warna = Coklat muda
	Bau = hampir tidak berbau	Bau = tidak berbau
	Bentuk = Serbuk kasar atau halus	Bentuk = serbuk

Adapun gambar pektin kulit kakao dan kulit naga merah hasil penelitian adalah sebagai berikut:



(a)



(b)

Gambar 9. Pektin kulit kakao (a) dan pektin kulit naga merah (b)

Warna pektin yang dihasilkan dari penelitian tidak sesuai dengan syarat menurut Farmakope Indonesia edisi VI (2020) karena memiliki warna yang gelap, faktor yang dapat mempengaruhi warna pektin adalah suhu ekstraksi. Semakin

tinggi suhu ekstraksi maka pektin yang dihasilkan akan semakin gelap. Selain itu warna pektin juga dapat dipengaruhi oleh senyawa metabolit yang turut terekstrak saat proses ekstraksi pektin (Roikah dkk., 2016). Warna pada pektin kulit kakao cenderung lebih gelap dibandingkan dengan pektin kulit buah naga, hal ini disebabkan karena faktor dari bahan baku yang digunakan dan proses pencucian pektin menggunakan etanol 96%, karena semakin banyak pengulangan pencucian dengan etanol, maka warna pektin akan semakin bersih. Menurut Fitriani (2003), kejernihan pektin sangat dipengaruhi oleh pencucian etanol, jika pencucian tidak menghilangkan asam maka kejernihan pektin akan rendah.

Uji identifikasi pektin menurut Farmakope Indonesia (2020) yaitu dengan cara 5 ml larutan pektin ditambahkan etanol volume yang sama akan terbentuk endapan bening, seperti gelatin. Lalu diambil larutan sebanyak 5 mL ditambahkan NaOH 2N akan terbentuk gel atau semigel. Hasil yang diperoleh positif, dengan hasil lengkap dapat dilihat pada lampiran 8.

b. Uji kadar abu total dan kadar air pektin

Selanjutnya dilakukan uji mutu kadar abu total pektin, kadar abu menunjukkan bahwa masih ada komponen anorganik yang tertinggal di dalam pektin dan juga salah satu parameter tingkat kemurnian pektin. Semakin tinggi kadar abu maka tingkat kemurnian pektin semakin rendah. Adapun hasil dari kadar abu pektin dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 8. Hasil uji kadar abu pektin

Uji	Standar	Hasil rata-rata (%)	Keterangan
Kadar abu total	<10 %	Kulit kakao = 6,6313 Kulit naga merah = 5,6181	Memenuhi syarat

Hasil kadar abu pektin kulit kakao adalah 6,6313% dan pektin kulit naga merah sebesar 5,6181% . Pektin kulit buah naga yang diekstraksi dengan pH 2 lebih rendah hasilnya dibandingkan dengan kakao yang diekstraksi dengan pH 3. Menurut Hanum dkk. (2012) mengatakan bahwa ekstraksi dengan asam mengakibatkan bertambahnya komponen Ca^{2+} dan Mg^{2+} dalam larutan ekstrak. Semakin lama perlakuan dengan asam dan semakin tingginya pH maka ion-ion kalsium dan magnesium yang dilepaskan juga semakin tinggi, hal ini juga akan

meningkatkan kadar abu pada pektin. Syarat kadar abu pektin menurut IPPA (*International Pectin Producers Association*) adalah tidak boleh $\geq 10\%$ hal ini menunjukkan bahwa kadar abu total pada pektik kulit kakao dan pektin kulit naga merah memenuhi syarat yaitu $\leq 10\%$.

Pengujian mutu pektin selanjutnya adalah uji kadar air pektin. Kadar air suatu bahan sangat berpengaruh terhadap masa simpan bahan tersebut. Kadar air yang terlalu tinggi menyebabkan adanya aktivitas mikroba sehingga pektin kurang tahan lama masa simpannya. Adapun hasil dari uji kadar air pektin adalah sebagai berikut :

Tabel 9. Hasil uji kadar air pektin

Parameter uji	Standar	Hasil rata-rata (%)	Keterangan
Kadar air	<10%	Kulit kakao = 6,0532 Kulit naga merah = 6,184	Memenuhi syarat

Syarat kadar air yang baik menurut Farmakope Indonesia edisi VI (2020) adalah tidak boleh lebih dari 10 %. Hasil kadar air yang oleh pektin kulit buah kakao didapatkan 6,0532% dan hasil kadar air pektin kulit naga merah sebesar 6,184% hal ini menunjukkan bahwa pektin kulit buah kakao dan pektin kulit naga merah memenuhi syarat kadar air pektin.

c. Bobot ekivalen dan kadar metoksil pektin

Pengujian selanjutnya adalah uji bobot ekivalen pektin. Bobot ekivalen menunjukkan jumlah kandungan gugus asam galakturonat bebas dalam rantai molekul pektin. Prinsip reaksi pada penentuan bobot ekivalen yaitu terjadinya reaksi esterifikasi gugus karboksil oleh NaOH. Semakin besar volume NaOH yang digunakan, maka nilai bobot ekivalen akan semakin kecil. Semakin rendah kadar pektin menyebabkan berat ekivalen semakin rendah (Husnawati dkk., 2019). Hasil dari bobot ekivalen adalah sebagai berikut:

Tabel 10. Hasil bobot ekivalen pektin

Parameter uji	Standar	Hasil rata-rata (mg)	Keterangan
Bobot Ekivalen	600-800 mg	Kulit kakao = 702,3877 Kulit naga merah = 748,1803	Memenuhi syarat

Menurut IPPA (*International Pectin Producers Association*) rentang syarat bobot ekivalen pektin adalah 600-800 mg, adapun hasil pengujian bobot ekivalen rata-rata pada pektin kulit buah kakao adalah 702,3877 mg dan hasil bobot ekivalen pada pektin kulit naga merah sebesar 748,1803 mg, hal ini menunjukkan bahwa pektin kulit buah kakao dan pektin kulit naga merah memenuhi syarat bobot ekivalen pektin.

Menurut penelitian Kesuma dkk. (2018) semakin rendah pH pelarut saat ekstraksi maka semakin tinggi bobot ekivalen yang dihasilkan, pH yang rendah dapat menyebabkan terjadinya deesterifikasi pektin menjadi asam pektat, dimana jumlah gugus asam bebas semakin banyak maka jumlah bobot ekivalennya semakin tinggi.

Bobot ekivalen juga dapat dipengaruhi oleh jenis asam yang digunakan pada saat ekstraksi. Pada penelitian diperoleh hasil bobot ekivalen yang diekstraksi menggunakan asam klorida lebih tinggi dibandingkan dengan asam sitrat. Menurut Fitriani (2003) semakin kuat asam yang digunakan maka akan meningkatkan hidrolisis protopektin menjadi asam pektinat atau pektin. Pektin yang larut memiliki berat ekivalen yang tinggi.

Pengujian mutu pektin selanjutnya adalah uji kadar metoksil. Kadar metoksi didefinisikan sebagai jumlah metanol yang terdapat didalam pektin. Kadar metoksil dapat mempengaruhi sifat fungsional, struktur dan tekstur dari gel pektin. Secara umum pektin terbagi menjadi pektin bermetoksil tinggi dan pektin bermetoksil rendah. Untuk pektin bermetoksil tinggi memiliki kadar metoksil $>7\%$ dan pektin yang bermetoksil rendah memiliki kadar $<7\%$. Menurut Hanum dkk. (2012) kadar metoksil dapat meningkat jika suhu dan waktu ekstraksi tinggi, hal ini sebabkan karena gugus karboksil bebas yang teresterifikasi semakin meningkat. Hasil dari kadar metoksil adalah sebagai berikut:

Tabel 11. Hasil kadar metoksil pektin

Parameter uji	Syarat	Hasil rata-rata	Keterangan
Kadar Metoksil		Pektin kulit kakao =	Memenuhi
Pektin metoksil tinggi	$>7,12\%$	6,0383%.	syarat pektin
Pektin metoksi rendah	2,5-7,12%	Pektin kulit naga merah =	bermetoksil

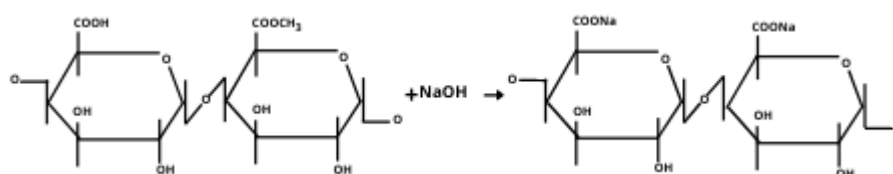
6,5607%.

rendah

Hasil kadar metoksil pektin kulit kakao adalah 6,0383% dan hasil kadar metoksil prktin kulit naga merah adalah 6,5607%. Kadar metoksil pada perlakuan ekstraksi menggunakan asam klorida lebih tinggi dibandingkan dengan kadar metoksil pada menggunakan asam sitrat. Hal ini disebabkan karena asam klorida memiliki nilai K yang lebih tinggi sehingga meningkatkan ion hidrogen yang menghidrolisa protopektin menjadi pektin. Semakin banyak pektin maka jumlah metanol pada gugus karboksil teresterifikasi juga semakin banyak sehingga meningkatkan kadar metoksil (Kesuma dkk., 2018).

Hasil menunjukkan bahwa kedua pektin yang dihasilkan dalam penelitian ini termasuk kedalam pektin bermetoksil rendah. Semakin rendah kadar metoksil pektin maka sifat pembentukan gel nya akan semakin berkurang. Jenis pektin yang dapat digunakan sebagai adsorben adalah LMP (pektin bermetoksil rendah). LMP dapat dihasilkan dari HMP (pektin bermetoksil tinggi) dengan proses demetilasi (Kurniasari dkk., 2012). Pektin yang mempunyai kadar metoksil lebih rendah lebih menguntungkan karena dapat langsung digunakan tanpa harus melalui proses demetilasi (Tuhuloula dkk., 2013). Adapun reaksi yang terjadi pada proses titrasi

bobot ekuivalen dan kadar metoksil adalah sebagai berikut:



Gambar 10. Reaksi Deesterifikasi (Puji dkk., 2013)

d. Kadar galakturonat dan derajat esterifikasi pektin

Pengujian mutu pektin selanjutnya adalah kadar galakturonat. Kadar galakturonat merupakan salah satu parameter mutu pektin serta kandungan bahan organik lainnya yang dapat mempengaruhi mutu dan tingkat kekuatan gelnya (Rosalina dkk., 2017). Kadar galakturonat dapat mempengaruhi struktur dan

tekstur dari gel pektin. Semakin tinggi nilai kadar galakturonat, maka mutu pektin semakin tinggi. Hasil kadar galakturonat adalah sebagai berikut :

Tabel 12. Hasil kadar galakturonat pektin

Parameter uji	Syarat	Hasil rata-rata	Keterangan
Kadar galakturonat	Min 35%	Pektin kulit kakao = 65,5087% Pektin kulit naga merah = 67,2085%.	Memenuhi syarat

Hasil kadar galakturonat dari pektin kulit buah kakao adalah 65,50876% dan hasil kadar galakturonat pektin kulit buah naga merah adalah 67,20858%. Menurut IPPA (*International Pectin Producers Association*) syarat kadar galakturonat adalah >35% dan kedua pektin hasil penelitian memenuhi syarat kadar galakturonat. Semakin tinggi nilai kadar galakturonat, maka kemurnian pektin semakin tinggi kemurnian pektin karena semakin kecil kandungan organik seperti arabinosa, galaktosa dan jenis gula lainnya. Banyaknya kandungan poligalakturonat ini juga berpengaruh dalam pembentukan gel, karena semakin banyak kandungan asam galakturonat maka akan semakin kuat gel yang terbentuk (Sulihono, A. dkk, 2012).

Pengujian mutu pektin selanjutnya adalah derajat esterifikasi. Derajat esterifikasi merupakan persentase jumlah residu asam D-galakturonat yang gugus karboksilnya teresterifikasi dengan metanol. Nilai derajat esterifikasi pektin diperoleh dari nilai kadar metoksil dan kadar asam galakturonat. Persentase dari kelompok karboksil teresterifikasi oleh metanol dinamakan derajat esterifikasi (Suwoto dkk., 2017). Adapun hasil dari derajat esterifikasi adalah sebagai berikut :

Tabel 13. Hasil derajat esterifikasi pektin

Parameter uji	Syarat	Hasil rata-rata	Keterangan
Derajat esterifikasi		Pektin kulit kakao =	Memenuhi
Pektin ester tinggi	> 50%	57,6960 %	syarat pektin
Pektin ester rendah	< 50%	Pektin kulit naga merah = 61,1470%.	ester tinggi

Hasil derajat esterifikasi pektin kulit kakao adalah 57,6960 % dan derajat esterifikasi pektin buah naga merah 61,1470%. Semakin rendah pH pelarut maka

semakin tinggi derajat esterifikasi pektin. Ini disebabkan karena pH yang rendah akan menyebabkan degradasi pektin menjadi asam pektat. Menurut hasil penelitian Budiyanto dan Yulianingsih (2008) ikatan glikosidik gugus metil ester dari pektin cenderung terhidrolisis menghasilkan asam galakturonat. Jika ekstraksi dilakukan pada pH yang rendah, pektin akan terdegradasi menjadi asam pektat dimana asam galakturonat bebas dari gugus metil ester. Jumlah gugus metil ester menunjukkan jumlah gugus karboksil yang teresterifikasi.

Faktor lain yang dapat mempengaruhi derajat esterifikasi adalah tinggi suhu dan waktu ekstraksi. Pada proses ekstraksi pektin menggunakan suhu yang tinggi dan waktu yang lama dapat menyebabkan terjadinya degradasi gugus metil ester pektin menghasilkan asam karboksil yang digunakan dalam ekstraksi pektin yang akan menghidrolisa ikatan hidrogen. Semakin lama ekstraksi dilakukan, pektin akan berubah menjadi asam pektat yang asam galakturonatnya bebas dari gugus metil ester. Jumlah gugus metil ester menunjukkan jumlah gugus karboksil yang teresterifikasi (Suwoto dkk., 2017).

4.5 Efisiensi penyerapan pektin terhadap logam

Analisis daya serap pektin terhadap logam merupakan analisis yang menunjukkan Efisiensi penyerapan senyawa pektin yang bersifat bioadsorben terhadap ion logam Pb menggunakan instrumen spektrofotometri serapan atom (SSA). Daya adsorpsi masing-masing pektin dapat ditentukan dengan cara mengukur presentase penurunan kadar ion Pb yang terdapat pada larutan sebelum dan sesudah perlakuan dengan pektin.

Pada proses analisis efisiensi penyerapan logam menggunakan instrumen AAS dilakukan destruksi sampel terlebih dahulu. Destruksi merupakan proses perusakan oksidatif dari bahan organik sebelum penetapan suatu analit anorganik atau untuk memecah ikatan dengan logam. Tujuannya untuk menghilangkan efek matriks pada sampel. Destruksi basah dilakukan dengan cara menguraikan bahan organik dalam larutan oleh asam pengoksidasi pekat dan panas seperti H_2SO_4 , HNO_3 dan $HClO_4$ dengan pemanasan sampai jernih. Mineral anorganik akan tertinggal dan larut dalam larutan asam kuat (Maria, 2010). Tujuan lain dari destruksi adalah untuk menjernihkan larutan yang akan dianalisis menggunakan

AAS, menurut hasil penelitian Syah (2010) pektin dalam larutan logam akan menyebabkan larutan keruh karena adanya pembentukan senyawa kompleks antara logam dengan pektin.

Adapun hasil dari analisis efisiensi penyerapan senyawa pektin terhadap logam berat ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 14. Hasil persentase efisiensi penyerapan pektin terhadap Pb (II)

Sampel pektin	C0 (ppm)	Abs	Ce (ppm)	Ef (%)
Komersial	5	0,0077	0,9722	80,556
	10	0,0087	1,1042	88,958
	15	0,0421	5,7500	61,6667
Kakao	5	0,0068	0,8403	83,194
	10	0,0065	0,7986	92,014
	15	0,0069	0,8611	94,2593
Naga Merah	5	0,0064	0,7917	84,166
	10	0,0092	1,1736	88,264
	15	0,0106	1,375	90,8334

Pada persentase efisiensi penyerapan pektin komersial, ditunjukkan hasil terbesar penyerapan pada konsentrasi larutan 10 ppm lalu terjadi penurunan, hal ini disebabkan karena kapasitas penyerapan pektin komersial telah mencapai batas optimum pada 10 ppm. Penurunan daya serap hal ini dapat disebabkan karena permukaan biosorben (pektin) menjadi terlalu jenuh untuk mengabsorpsi ion logam sehingga menyebabkan ion logam dengan pektin tidak dapat membentuk ikatan kompleks. Menurut Kiim, dkk. (2011) dalam Nuraini, S. dan Nurminha (2020) setiap sorben memiliki kemampuan untuk mengikat ion-ion hingga maksimum, namun setelah batas maksimum telah terlewati, maka permukaan sorben menjadi terlalu jenuh untuk terus mengabsorpsi ion logam.

Kemampuan daya serap pektin terhadap logam semakin menurun, karena setiap adsorben mempunyai kapasitas daya serap yang berbeda. Selain itu, permukaan pektin tidak cukup kuat untuk mengikat kation logam yang tersisa dalam larutan dan dilakukan pengadukan dengan waktu tertentu, sehingga

kemungkinan ion logam yang telah terikat kembali terlepas karena pengaruh tabrakan antara molekul-molekul dalam larutan dengan ikatan ion logam (Nuraini, S. dan Nurminha, 2020).

Pada analisis pektin kulit buah kakao dan naga merah menghasilkan persentase efisiensi penyerapan yang meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi larutan Pb (II). Hal ini sejalan dengan yang dikemukakan oleh Warono, D. dan Syamsuddin (2013) Sebelum kapasitas absorpsinya tercapai, jika nilai absorbansi semakin besar maka konsentrasi penyerap dan jarak yang ditempuh cahaya juga semakin besar, begitupun sebaliknya. Persentase efisiensi penyerapan terbaik dihasilkan oleh pektin kulit buah kakao 0,5 gram dengan konsentrasi larutan 15 ppm menghasilkan persentase efektifitas penyerapan 94,2593% dan untuk persentase efisiensi penyerapan tertinggi pektin kulit buah naga merah 0,5 gram dengan konsentrasi 15 ppm yang menghasilkan efisiensi penyerapan sebesar 90,8334%. Hal ini menunjukkan bahwasanya pektin kulit buah kakao lebih efisien dalam penyerap logam Pb (II) karena menghasilkan persentase efisiensi penyerapan lebih baik dibandingkan dengan pektin buah naga merah.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pektin kulit buah kakao dan pektin kulit buah naga menunjukkan potensi sebagai bioadsorben logam Pb (II) dengan efisiensi penyerapan paling tinggi terdapat pada pektin kulit kakao
2. Efisiensi penyerapan kulit buah kakao 0,5 gram konsentrasi larutan Pb (II) 15 ppm adalah 94,2593% dan efisiensi penyerapan tertinggi adalah 90,8223%

5.2 Saran

Adapun saran dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

Disarankan untuk melakukan penelitian berulang minimal 6 kali pengukuran untuk memastikan signifikansi perbedaan dari hasil daya serap diantara kedua ekstrak.

Selain itu, disarankan melakukan penelitian lanjutan berupa optimalisasi metode ekstraksi, pelarut, konsentrasi pelarut, rasio bahan dengan pelarut, suhu, pH, waktu ekstraksi dan waktu kontak maksimum pektin dengan larutan logam untuk mendapatkan hasil rendemen, mutu pektin dan daya serap pektin terhadap logam Pb (II) yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Adefemi, S.O., Asaolu, S.S. and Olaofe, O. 2008. Determination of heavy metals in tilapia mossambicuis fis, Associated Water and Sediment from ureje dam in south-Western Nigeria. *Research Journal of Environmental Sciences*.2: 151-155.
- Ahalya, N., Ramachandra, T. and Kanamad. R. 2005. Biosorption of heavy metals. *Research. Journal of Chemistry And Environment*. 7(4): 71- 79
- Arlofa, N. 2015. Pektin Kulit Durian sebagai Bahan Baku Biosorben Logam Berat Timbal (Pb). *Jurnal Chemtech*: 1 (1).
- Aziz, T., Johan, M. E. dan Sri, D. 2018. Pengaruh Jenis Pelarut, Temperatur Dan Waktu Terhadap Karakterisasi Pektin Hasil Ekstraksi Dari Kulit Buah Naga (*Hylocereus Polyrhizus*). *Jurnal Teknik Kimia*, 24 (1): 17-27.
- Azizah, D. N., Kumolowati, E., & Faramayuda, F. 2014. Penetapan Kadar Flavonoid Metode AlCl₃ Pada Ekstrak Metanol Kulit Buah Kakao (*Theobroma cacao L.*). *Kartika Jurnal Ilmiah Farmasi*, 2(2): 45–49
- Bagherian, H., Ashtiani, F. Z., Fouladitajar, A. and Mohtashamy, M. 2011. Comparisons between conventional, microwave and ultrasound-assisted methods for extraction of pectin from grapefruit. *Chemical Engineering and Processing: Process Intensification*. 50 (11-12): 1237-1243
- Bernard, E., Jimoh, A. and Odigure, J. O. 2013. Heavy Metals Removal from Industrial Wastewater by Activated Carbon Prepared from Coconut Shell. *Research Journal of Chemical Sciences*. 3(8), 3-9.
- Chasanah, J., Rohadi, Kunarto, B. dan Pratiwi, E. 2019. Pengaruh Konsentrasi Etanol Pada Proses Pengendapan Pektin Kasar Kulit Dan Dami Nangka (*Artocarpus heterophyllus L.*) Pasca Hidrolisis Dengan HCl Terhadap Karakteristik Pektin Kasar. *Jurnal Ilmiah USM*, 14(2).
- Daniswara, L. dan Mujiburohman, M. 2020. *Isolasi Senyawa Flavonoid dari Limbah Kulit Buah Kakao dengan Variabel Mesh Partikel dan Suhu Evaporasi*. Konferensi: Seminar Nasional Teknik Kimia Kejuangan 2020. Juli 2020. UPN Veteran Yogyakarta. Yogyakarta.
- Day, R.A. dan A. L. Underwood. 2002. Analisa Kimia Kuantitatif. Terjemahan oleh Dr. Ir. Lis Sopyan, M. Eng, Edisi IV. Erlangga : Jakarta.
- Depkes RI. 2017. Farmakope Herbal Indonesia. Edisi II. Departemen Kesehatan RI: Jakarta.

- Depkes RI. 2020. Farmakope Indonesia. Edisi VI. Departemen Kesehatan RI: Jakarta.
- Dhaneswari, P., Sula, G. C., Ulina, Z. dan Andriana, P. 2015. Pemanfaatan Pektin yang Diisolasi dari Kulit dan Buah Salak (*Salacca edulis reinw*) dalam Uji In Vivo Penurunan Kadar Kolestrol dan Glukosa Darah pada Tikus Jantan Galur Wistar. *Khazanah: Jurnal Mahasiswa*. 7(2)
- Edahwati, L., Susilowati dan Harsini, T. 2011. Produksi Pektin dari Kulit Buah Coklat (*Theoroma Cacao*). *Jurnal Teknologi pangan*. UPN Veteran Jawa Timur.
- Eliaz, I., Weil, E. and Wilk, B. 2007. *Integrative Medicine and the Role of Modified Citrus Pectin/Alginates in Heavy Metal Chelation and Detoxification – Five Case Reports*. *Forsch Komplementmed*. 14(6): 358-64.
- Fitriani, Vina. Ekstraksi dan Karakterisasi Pektin dari Beberapa Jenis Kulit Jeruk Lemon. 2003. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. IPB Bogor.
- Gandjar, I. G. dan Rohman, A. 2007. *Kimia Farmasi Analisis*. Pustaka Pelajar: Yogyakarta.
- Giyatmi. 2008. *Penurunan Kadar Cu, Cr, dan Ag dalam Limbah Cair Industri Perak di Kotagede Setelah Diadsorpsi dengan Tanah Liat dari Daerah Godean*. Seminar Nasional SDM Teknologi Nuklir Yogyakarta, 25-26 Agustus. Yogyakarta
- Hajar, E.W., Sitorus, R.S, Mulianingtias, N. dan Welan, F. J. 2016. Efektifitas Adsorpsi Logam Pb dan Cd Menggunakan Media Adsorben Cangkang Telur Ayam. *Jurnal Konversi*. 5 (1):1-8
- Handayani, S., Wirasutisna, K., & Insanu, M. 2017. Penapisan Fitokimia Dan Karakterisasi Simplisia Daun Jambu Mawar (*Syzygium jambos aiston*). *Jurnal Fik Unimam*, 5(3): 179-180.
- Hanum, F., Kaban, Irza, M. D., Tarigan dan Martha, A. 2012. Ekstraksi Pektin dari Kulit Pisang Raja (*Musa sapientum*). *Jurnal Teknik Kimia USU*. 1:(2).
- Herbstreith, K. dan G. Fox. 2005. Pectin. Herbstreith & Fox Corporete Group: Jerman
- Hesty, N. H, Ginayanti, H., Lingga, A. R., Jenia A.V. dan Neves, R.M. 2021. Perbandingan Efektivitas Pektin Kulit Durian (*Durio zibethinus L.*) dan Pektin Kulit Pisang Kepok (*Musa acuminata X balbisiana ABB Group*) Sebagai Bioadsorben Logam Timbal. *Chimica et Natura Acta*. 9 (2): 81-89

- Hernandez, Y.D.O. and J.A.C. Salazar. 2012. *Pitahaya (Hylocereus spp.): a short review. Journal Comunicata Scientic.* 3 (4): 220-237.
- Heryani, R. 2016. Pengaruh ekstrak buah naga merah terhadap profil lipid darah tikus putih hiperlipidemia, *Jurnal Ipteks Terapan*, 10 (1)
- Husnawati, H., Ika, Y.A. & Laksmi, A. (2019) Karakteristik dan uji bioaktivitas pektin dari kulit pisang kepok (*Musa balbisiana*) hasil ekstraksi dengan pelarut asam. *Current Biochem.* 6(1) 1-10.
- Huyen, V. T. N. and Quoc, L. P. T. 2014. Extraction of Pectin from Pamelo (*Citrus maxima*) Peels with The Assistance of Microwave and Tartaric Acid. *International Food Research Journal.* 22(4): 1637-1641.
- Ide, P. 2009. *Health Secret of Dragon Fruit*. Jakarta: Gramedia
- Isnaini, P., Rahmania, Z., Edison, M. 2013. Penyerapan Ion Cd (II) dan Zn (II) dalam Air Limbah Menggunakan Kulit Jengkol. *Jurnal Kimia Unand.* 2 (3): 20-30.
- Jamilah, B., Shu, C.E., Kharidah, M., Dzulkifly, M.A. and Noranizan A. 2011. Physicochemical Characteristics of Red Pitaya (*Hylocereus polyrhizus*) Peel. *International Food Research Journal* 18: 279-286.
- Kanner, K., S. Harel and R. Granit. 2001. Betalains a new class of dietary cationized antioxidants. *Journal Agric and Food Chem.* 49: 5178-5185.
- Kesuma N.K.Y., Widarta ,I.W.R. dan Permana. 2018. Pengaruh jenis asam dan pH pelarut terhadap karakteristik pektin dari kulit lemon (*Citrus limon*), *Jurnal Ilmu dan Teknologi pangan* Vol 7 No 4., Desember: 192-203
- Khairunnas dan Tety, E. 2011. Analisis Kelayakan Usahatani Buah Naga (*Hylocereus costaricensis*) di Pekanbaru. *Jurnal pekbis*, 3 : 579-585
- Kirk, R.E. and Othmer, D.F., 1982, *Encyclopedia of Chemical Technology*. vol.1, 2nd edition. John Wiley and Sons Co: New York.
- Kristanto, D. 2008. *Buah Naga Pembudidayaan di Pot dan di Kebun*. Penebar Swadaya: Jakarta.
- Kurniasari, L. 2010. Pemanfaatan Mikroorganisme dan Limbah Pertanian sebagai Bahan Baku Biosorben Logam Berat. *Jurnal Momentum.* 6(2): 5 - 8.
- Kurniasari, L., Riwayanti, I. dan Suwardiyono. 2012. Pektin Sebagai Alternatif Bahan Baku Biosorben Logam Berat. *Jurnal Momentum.* 8 (1). 1-5.

- Kvesitadze, G., Khatishashvili G., Sadunishvili, T. and Ramsden J. J. 2006. *Biochemical mechanisms of detoxification in higher plants*. Basis of Phytoremediation. Springer Verlag Heidelberg: Berlin
- Lukito, 2010. *Budidaya Kakao*. Pusat penelitian kopi dan kakao Indonesia: Jakarta.
- Madhav, A. and Pushpalatha, P. B. 2002. Characterization of Pectin Extracted from Different Fruit Wastes. *Journal of Tropical Agriculture* 40 (2000): 53- 55.
- Masdiana, T., I. Safitri dan A. Suhaenah. 2019. Analisis Pektin Albedo Buah Jeruk Pamelos sebagai Adsorben Logam Berat Timbal (Pb), Kadmium (Cd) dan Tembaga (Cu). *Jurnal Farmasi Galenika (Galenika Journal of Pharmacy)*. 5 (2): 158 – 165.
- Masitoh, Y.F. dan Sianita, M.M. 2013. Pemanfaatan Arang Aktif Kulit Buah Coklat (*Theobroma cacao L*) Sebagai Biosorben Logam Berat Cd (II) dalam Pelarut Air. *Jurnal Chem*.1(1): 23- 28.
- Mahmudi. 2011. *Pengolahan Pengetahuan Buah Naga. Budidaya dan Pemanfaatannya*. Pusat Dokumentasi dan Informasi Ilmiah. Bogor: Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.
- Maria, S. Penentuan kadar logam besi (Fe) dalam tepung gandum dengan cara destruksi basah dan destruksi kering dengan spektroskopi serapan atom (SSA). 2010. Skripsi. Universitas Sumatera Utara
- Mariani, L. Ekstraksi dan Identifikasi Senyawa Polifenol dalam Kulit Biji Kakao dan Potensinya sebagai Antioksidan, 2011. Elektronik Thesis dan Disertasi. Universitas Gadjah Mada,
- Maulidiyah, Halimatussadiyah, Fitri, S., Nurdin, M. dan Ansharullah. 2014. Isolasi Pektin dari Kulit Buah Kakao (*Theobroma cacao L.*) dan Uji Daya Serapnya Terhadap Logam Tembaga (Cu) dan Logam Seng (Zn). *Jurnal agroteknos*. 4(2) : 113 – 119.
- Miranda, P. M., Putra, G. dan Suhendra, L. 2020. Karakteristik Ekstrak Kulit Biji Kakao (*Theobroma cacao L.*) sebagai Sumber Antioksidan pada Perlakuan Ukuran Partikel dan Waktu Maserasi. *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Agroindustri*, 8(1): 28–38.
- Mullick, A., Siddhartha, M. dan Sangita, B. 2017. Removal of Hexavalent Chromium from Aqueous Solutions by Low-Cost Rice Husk-Based Activated Carbon: Kinetic and Thermodynamic Studies. *Indian Chemical Engineer*. 31(2): 69-79.

- Musta, R. 2018. Waktu Optimum Hidrolisis Pati Limbah Hasil Olahan Ubi Kayu (*Manihot Esculenta Crantz Var. Lahumbu*) Menjadi Gula Cair Menggunakan Enzim A-Amilase Dan Glukoamilase. *Indonesian Journal of Chemical Research*. 5 (2): 498-507.
- Nafikatus, S., M. Napitupulu dan T.Gonggo. 2017. Bioadsorpsi Pb(II) Menggunakan Kulit Jeruk Siam (*Citrus reticulata*). *Jurnal Akad Kimia*. 6(3): 160-164.
- Nazaruddin, R., S.M.I. Norazelina, M.H. Norziah and M. Zainudin. 2011. Pektins From Dragon Fruit (*Hylocereus polyrhizus*) peel. *Malaysian Applied Biology*. 40(1): 19-23.
- Nuraini, S. dan Nurminha. 2020 Pemanfaatan Pektin Kulit Buah Semangka (*Citrullus lanatus*) Sebagai Biosorben Ion Logam Cadmium (Cd) dan Timbal (Pb). *Jurnal Analis Kesehatan*. 9(2)
- Octaviana, P. 2012. Pemanfaatan Albedo Kulit Jeruk Bali (*Citrus grandis L. Osbeck*) Pada Pembuatan Permen Jelly dengan Penambahan Sorbitol. Skripsi. Fakultas Teknobiologi Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- Palar, H. 2008. *Penceamran Toksikologi Logam Berat*. Rineka Cipta: Jakarta.
- Perina, I. 2007. Ekstraksi Pektin Dari Berbagai Macam Kulit Jeruk. *Widya Teknik*. 6 (1):1-10.
- Pohan, R. F. 2018. Analisis Vitamin C Dalam Varietas Buah Naga Dengan Spektrofotometri Uv-Vis. *Jurnal LPPM UGN*. 9 (1B)
- Putro, H. N. A. dan Ardhiany, S. A. 2010. Proses Pengambilan Kembali Bioetanol Hasil Fermentasi Dengan Metode Adsorpsi Hidroponik. Skripsi. Fakultas teknik Universitas Diponogoro.
- Rahayu, S. 2014. *Budidaya Buah Naga Cepat Panen*. Intra Pustaka: Jakarta
- Rapisarda, V., Ledda, C., Ferrante, M., Fiore, M., Cocuzza, S., Bracci, M. and Fenga, C. 2016. Blood pressure and occupational exposure to noise and lead (Pb): a crosssectional study. *Toxicol Ind Health* 32: 1729-1736.
- Ristianingsih, Y., Lestari, I. dan Wulanandari, W. 2021. *Pektin: Biosorben*. Yogyakarta: Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat UPN Veteran Yogyakarta
- Roikah, S., W. D. P. Rengga, Latifah dan Ella, K. 2016. Ekstraksi dan Karakterisasi Pektin dari Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi L.*). *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*. 5(1): 29-36

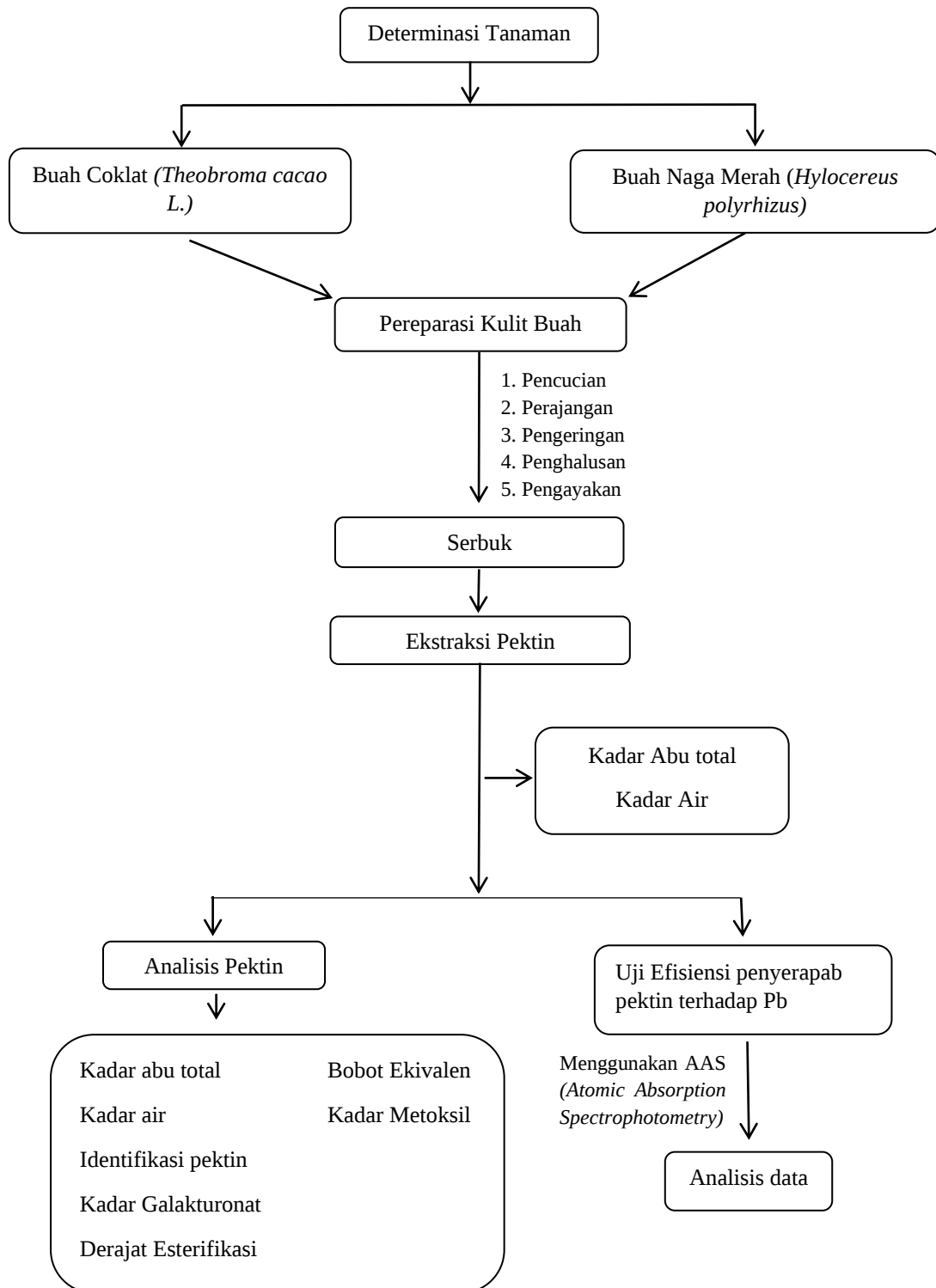
- Rosalina, Y., L.Susanti. dan N. Br. Karo. 2017. Kajian Ekstraksi Pektin dari Limbah Jeruk Rimau Gerga Lebong (jeruk RGL) dan Jeruk Kalamansi. *Jurnal Agointek*.11(2): 68-74.
- Saneto, B. 2012. Karakteristik kulit buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*). *Jurnal Agrika II* (2) :143-149.
- Santoso, A. 2011. Serat Pangan (Dietary Fiber) Dan Manfaatnya Bagi Kesehatan. *Magistra*. 23 (78).
- Saputra, S.H., Sampepana, E., dan Susanty, A. 2017. Pengaruh Rasio Buah Naga Merah (*Hylocereus polyrhizus*) dan Sukrosa Serta Lama Waktu Osmosis Terhadap Sifat Kimia konsentrat Sari Buah Naga Merah (*Hylocereus polyrhizus*). *Jurnal Riset Teknologi Industri* 11 (2) : 123-30.
- Samil, E. 1990. *Kependudukan dan Lingkungan Hidup*, Jakarta: Kantor Menteri Kependudukan dan Lingkungan Hidup,
- Sinly, E. P. dan Johan, A. P. 2007. Bioremoval, Metode Alternatif untuk Menanggulangi Pencemaran Logam Berat. *Jurnal Lingkungan Universitas Lampung*.
- Skoog, D. A., Donald, M.W., F. James, H. dan Stanley, R. C. 2000. *Fundamentals of Analytical Chemistry* . California: Brooks Cole.
- Solidum, J. N. 2013. Peel Wastes of *Ananas comosus* (L.) Merr. *Sandoricum koetjape* Merr. *Citrus nobilis* Lour. As Lead and Cadmium Biosorbent in Manila Tap Water. *Journal of Environmental Science and Management* 16 (2): 28-35.
- Sri, L. 2010. Pengaruh berat dan waktu kontak untuk absorpsi timbal (II) oleh adsorben dari kulit batang jambu biji (*Psidium guajava* L). *Jurnal Kimia Mulawarman*. 8(1)
- Sulihono, A., Tarihoran, B. dan Agustina, T. E. 2012. Pengaruh Waktu, Temperatur, Dan Jenis Pelarut Terhadap Ekstraksi Pektin Dari Kulit Jeruk Bali (*Citrus maxima*). *Jurnal Teknik Kimia*. 18 (4) : 1-8
- Sulistiawati. 2008. Modifikasi tongkol jagung sebagai adsorben logam berat. Pb(II). Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Pertanian Bogor
- Suwoto, A., Septiana dan G. Puspa. (2017). Ekstraksi Pektin pada Kulit Buah Naga Super Merah (*Hylocereus costaricensis*) dengan Variasi Suhu Ekstraksi dan jenis Pelarut. *Jurnal Ilmiah Teknik Kimia Universitas Pamulang*. 2 (1): 1- 10.

- Syah M. Nasril. Daya Serap Pektin Dari Kulit Buah Durian (*Durio zibethinus*) Terhadap Logam Tembaga dan Seng. 2010. Skripsi. Fakultas Farmasi Universitas Sumatera Utara.
- Tang, P. Y., Wong C. J. dan Woo K. K. 2011. Optimization of Pektin Extraction from Peel of Dragon Fruit (*Hylocereus polyrhizus*). *Asian Journal of Biological Sciences*. 4(2), 189-195.
- Tuhuloula, A., Budiyarti dan Fitriana, N. 2013. Karakteristik Pektin dengan Memanfaatkan Limbah Kulit Pisang Menggunakan Metode Ekstraksi. *Jurnal Konversi*. 2(1)
- Tondang, H. M., I Gusti, A. E. dan Sri, W. 2018. Pengaruh Penambahan Karagenan Terhadap Karakteristik Fruit Leather Kulit Buah Naga Merah (*Hylocereus polyrhizus*). *Jurnal ITEPA*. 7(2) : 33-42.
- Vasquez, Z. S., de Carvalho Neto, D. P., Pereira, G. V. M., Vandenberghe, L. P. S., de Oliveira, P. Z., Tiburcio, P. B., Rogez, H. L. G., Góes Neto, A. and Soccol, C. R. 2019. *Biotechnological Approaches For Cocoa*. Waste Management: A Review. *Waste Management*. 90: 72–83.
- Vega C., R., Nieto, F. K.H and Oomah, B.D. 2018. Cocoa (*Theobroma cacao L.*) pod husk: Renewable source of bioactive compounds, *Trends in Food Science and Technology*. Elsevier.172-184.
- Waladi, Vonny, S. J. dan Faizah, H. 2015. Pemanfaatan Kulit Buah Naga Merah (*Hylocereus polyrhizus*.) sebagai Bahan Tambahan dalam Pembuatan Es Krim. *Jom Faperta*. 2(1).
- Warono, D dan Syamsudin. 2013. Unjuk Kerja Spektrofotometer Untuk Analisa Zat Aktif Ketoprofen. *konversi*. 2(2): 67-65.
- Wayan, S. I. 2014. Adsorpsi Ion Logam Cu pada Pektin dari Kulit Pisang Tongka Langit, Ambon. *Jurnal Chemistry Department Faculty of Mathematics and Natural Sciences Pattimura University*. 2(1): 72-73.
- Widyotomo, S. dan S. Mulato, Teknologi Fermentasi dan Diversifikasi Pulpa Kakao menjadi Produk yang Bermutu dan Bernilai Tambah. *Warta Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia*. 2008. 24 (1): 65-82.
- Winangsih & Prihastanti, E.P.S. 2013. Pengaruh Metode Pengeringan Terhadap Kualitas Simplisia Lempuyang Wangi (*Zingiber aromaticum L.*). *Buletin Anatomi dan Fisiologi*. 21(1):19-25.
- Wong, W.W., Abbas F. M. A., Liong, M.T. and Azhar, M.E. 2008. Modification of Durian Rind Pectin for Improving Biosorbent Ability, *International Food Research Journal*. 15(3)

- Wu, L.C., Hsu, H.W., Chen, Y., Chiu, C.C. and Ho, Y.I. 2006. Antioxidant and Antiproliferative Activities of Red Pitaya. *Food Chemistry*. 95 : 319-327.
- Yati, K., V. Ladeska, dan A. P. Wirman. 2017. Isolasi Pektin dari Kulit Buah Naga (*Hylocereus Polyrhizus*) dan Pemanfaatan Sebagai Pengikat Pada Sediaan Pasta Gigi. *Jurnal Media Farmasi*. 14(1): 1-16.

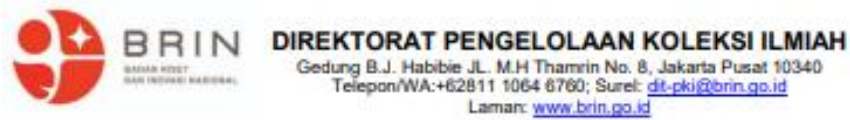
LAMPIRAN

Lampiran 1. Alur penelitian



Lampiran 2. Lembar hasil determinasi tanaman

2.1 Determinasi Kulit buah kakao



Nomor : B-1033/IL.6.2/IR.01.02/5/2023
 Lampiran : -
 Perihal : Hasil Identifikasi/Determinasi Tumbuhan

24 Mei 2023

Yth.
 Bpk./Ibu/Sdr(i) **Novi Fatmasari**
 Universitas Pakuan

Bersama ini kami sampaikan hasil identifikasi/determinasi tumbuhan yang Saudara kirimkan ke "Herbarium Bogoriense", Direktorat Pengelolaan Koleksi Ilmiah BRIN Cibinong, adalah sebagai berikut :

No.	No. Kol.	Jenis	Suku
1.	Kulit Buah Coklat	<i>Theobroma cacao</i> L.	Malvaceae

Demikian, semoga berguna bagi Saudara.

Pt. Direktorat Pengelolaan Koleksi Ilmiah,
 Badan Riset dan Inovasi Nasional

 TT ELEKTRONIK

Dr. Ratih Damayanti, S.Hut. M.Si.



Dokumen ini ditandatangani secara elektronik menggunakan sertifikat dari BSN, silakan lakukan verifikasi pada dokumen elektronik yang dapat diunduh dengan melakukan scan QR Code

2.2 Determinasi kulit buah naga merah



DIREKTORAT PENGELOLAAN KOLEKSI ILMIAH

Gedung B.J. Habibie JL. M.H Thamrin No. 8, Jakarta Pusat 10340

Telepon/WA: +62811 1064 6760; Surel: diti-pki@brin.go.id

Laman: www.brin.go.id

Nomor : B-987/II.6.2/IR.01.02/5/2023
 Lampiran : -
 Perihal : Hasil Identifikasi/Determinasi Tumbuhan

17 Mei 2023

Yth.
 Bpk./Ibu/Sdr(i). **Izza Azam Meica**
 Universitas Pakuan

Bersama ini kami sampaikan hasil identifikasi/determinasi tumbuhan yang Saudara kirimkan ke "Herbarium Bogoriense", Direktorat Pengelolaan Koleksi Ilmiah BRIN Cibinong, adalah sebagai berikut:

No.	No. Kol.	Jenis	Suku
1.	Kulit Buah Naga	<i>Selenicereus monacanthus</i> (Lem.) D.R.Hunt Synonym of. <i>Hylocereus polyrhizus</i> (F.A.C.Weber) Britton & Rose	Cactaceae
2.	Biji Kedelai Hitam	<i>Glycine max</i> (L.) Merr.	Fabaceae

Demikian, semoga berguna bagi Saudara.

Plt. Direktorat Pengelolaan Koleksi Ilmiah,
 Badan Riset dan Inovasi Nasional

TT ELEKTRONIK

Dr. Ratih Damayanti, S.Hut. M.Si.



Dokumen ini ditandatangani secara elektronik menggunakan sertifikat dari BSRN, silakan lakukan verifikasi pada dokumen elektronik yang dapat diunduh dengan melakukan scan QR Code

Lampiran 3. Lembar hasil pengujian AAS



LABORATORIUM SERVICE
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PAKUAN
Jl. Pakuan P.O.Box 452, Gd.FMIPA 2, Lt.3A Telp 081219104047 Bogor
Email : lab.service_fmipa@unpak.ac.id



Bogor, 05 September 2023

No : 126/LSUP/IX/2023
Lampiran : 9 Halaman
Keterangan : Hasil Analisa Pengujian

To :

Sdra. Novi Fatmasari
Di Tempat

Pelanggan yang terhormat,

Berdasarkan No. Form Permohonan Pengujian Sampel LSUP/FPPS/N/VIII/23.0102-23.0110, bersama ini kami kirimkan Laporan Hasil Pengujian dari sampel anda yang kami terima pada tanggal 15 Agustus 2023.

Terima Kasih atas kepercayaan anda telah menggunakan Laboratorium Service Universitas Pakuan.

Salam,
Laboratorium Service Universitas Pakuan

LABORATORIUM SERVICE
Dr. Diana Widiastuti, M.Phil.
Kepala Laboratorium

3.1 Lembar Hasil Uji AAS pektin komersial 5 ppm



LABORATORIUM SERVICE
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PAKUAN
 Jl. Pakuan P.O.Box 452, Gd.FMIPA 2, Lt.3A Telp 081219104047 Bogor
 Email : lab.service_fmipa@unpak.ac.id

Laporan Hasil Uji (LHU)

No. : LSUP/LHU/N/IX/23.0102

Nama Pelanggan	: Novi Fatmasari
Alamat	: Jln. Ciheuleut RT 01 RW 06, Kel.Tegallega Kec. Bogor tengah Kota Bogor Jawa Barat 16127
No.Telp	: 081311189512
Kode Sampel	: 23.0036
No.FPPS	: LSUP/FPPS/N/VIII/23.0036
Tanggal Analisa	: 24/08/2023 s/d 31/08/2023
Jenis Sampel	: Pektin Komersial 5 ppm

No	PARAMETER PARAMETERS	SATUAN UNIT	HASIL UJI RESULT	SPEKIFIKASI METODE METHODE SPESIFICATION
1	Logam Pb	mg/L	0,9722	IKM/7.2-14/LSUP
Informasi Tambahan				

Bogor, 05 September 2023
 Mengetahui,
 Kepala Laboratorium Service



(Dr. Diana Widiastuti, M.Phil.)

* Laporan ini tidak boleh digandakan Sebagian/seluruhnya tanpa seijin tertulis dari Laboratorium Service Universitas Pakuan

Form /7.8.2.2/LSUP; Rev 0; 10 April 2018

3.2 Lembar Hasil Uji AAS pektin komersial 10 ppm



LABORATORIUM SERVICE
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PAKUAN
 Jl. Pakuan P.O.Box 452, Gd.FMIPA 2, Lt.3A Telp 081219104047 Bogor
 Email : lab.service_fmipa@unpak.ac.id

Laporan Hasil Uji (LHU)

No. : LSUP/LHU/N/IX/23.0103

Nama Pelanggan	: Novi Fatmasari
Alamat	: Jln. Ciheuleut RT 01 RW 06, Kel.Tegallega Kec. Bogor tengah
	: Kota Bogor Jawa Barat 16127
No.Telp	: 081311189512
Kode Sampel	: 23.0103
No.FPPS	: LSUP/FPPS/N/VIII/23.0103
Tanggal Analisa	: 24/08/2023 s/d 31/08/2023
Jenis Sampel	: Pektin Komersial 10 ppm

No	PARAMETER PARAMETERS	SATUAN UNIT	HASIL UJI RESULT	SPEKIFIKASI METODE METHODE SPECIFICATION
1	Logam Pb	mg/L	1,1042	IKM/7.2-14/LSUP
Informasi Tambahan		-		

Bogor, 05 September 2023
 Mengetahui,
 Kepala Laboratorium Service


 (Dr. Diana Widiastuti, M.Phil.)

* Laporan ini tidak boleh digandakan Sebagian/seluruhnya tanpa seijin tertulis dari Laboratorium Service Universitas Pakuan

Form /7.8.2.2/LSUP; Rev 0; 10 April 2018

3.3 Lembar Hasil Uji AAS pektin komersial 15 ppm



**LABORATORIUM SERVICE
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PAKUAN**

Jl. Pakuan P.O.Box 452, Gd.FMIPA 2, Lt.3A Telp 081219104047 Bogor
Email : lab.service_fmipa@unpak.ac.id

Laporan Hasil Uji (LHU)

No. : LSUP/LHU/N/IX/23.0104

Nama Pelanggan	: Novi Fatmasari
Alamat	: Jln. Ciheuleut RT 01 RW 06, Kel.Tegallega Kec. Bogor tengah
	: Kota Bogor Jawa Barat 16127
No.Telp	: 081311189512
Kode Sampel	: 23.0104
No.FPPS	: LSUP/FPPS/N/VIII/23.0104
Tanggal Analisa	: 24/08/2023 s/d 31/08/2023
Jenis Sampel	: Pektin Komersial 15 ppm

No	PARAMETER PARAMETERS	SATUAN UNIT	HASIL UJI RESULT	SPESIFIKASI METODE METHODE SPESIFICATION
1	Logam Pb	mg/L	5,7500	IKM/7.2-14/LSUP
Informasi Tambahan		-		

Bogor, 05 September 2023

Mengetahui,

Kepala Laboratorium Service



(Dr. Diana Widiastuti, M.Phil.)

* Laporan ini tidak boleh digandakan Sebagian/seluruhnya tanpa seijin tertulis dari Laboratorium Service Universitas Pakuan

Form /7.8.2.2/LSUP; Rev 0; 10 April 2018

3.4 Lembar Hasil Uji AAS pektin kakao 5 ppm



LABORATORIUM SERVICE
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PAKUAN
 Jl. Pakuan P.O.Box 452, Gd.FMIPA 2, Lt.3A Telp 081219104047 Bogor
 Email : lab.service_fmipa@unpak.ac.id

Laporan Hasil Uji (LHU)

No. : LSUP/LHU/N/IX/23.0105

Nama Pelanggan	: Novi Fatmasari
Alamat	: Jln. Ciheuleut RT 01 RW 06, Kel.Tegallega Kec. Bogor tengah
	: Kota Bogor Jawa Barat 16127
No.Telp	: 081311189512
Kode Sampel	: 23.0105
No.FPPS	: LSUP/FPPS/N/VIII/23.0105
Tanggal Analisa	: 24/08/2023 s/d 31/08/2023
Jenis Sampel	: Pektin Kakao 5 ppm

No	PARAMETER PARAMETERS	SATUAN UNIT	HASIL UJI RESULT	SPEKIFIKASI METODE METHODE SPESIFICATION
1	Logam Pb	mg/L	0,8403	IKM/7.2-14/LSUP
Informasi Tambahan		-		

Bogor, 05 September 2023
 Mengetahui,
 Kepala Laboratorium Service



(Dr. Diana Widiastuti, M.Phil.)

* Laporan ini tidak boleh digandakan Sebagian/seluruhnya tanpa seijin tertulis dari Laboratorium Service Universitas Pakuan

Form /7.8.2.2/LSUP; Rev 0; 10 April 2018

3.5 Lembar Hasil Uji AAS pektin kakao 10 ppm



LABORATORIUM SERVICE
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PAKUAN
 Jl. Pakuan P.O.Box 452, Gd.FMIPA 2, Lt.3A Telp 081219104047 Bogor
 Email : lab.service_fmipa@unpak.ac.id

Laporan Hasil Uji (LHU)
 No. : LSUP/LHU/N/IX/23.0106

Nama Pelanggan	: Novi Fatmasari
Alamat	: Jln. Ciheuleut RT 01 RW 06, Kel.Tegallega Kec. Bogor tengah
	: Kota Bogor Jawa Barat 16127
No.Telp	: 081311189512
Kode Sampel	: 23.0106
No.FPPS	: LSUP/FPPS/N/VIII/23.0106
Tanggal Analisa	: 24/08/2023 s/d 31/08/2023
Jenis Sampel	: Pektin Kakao 10 ppm

No	PARAMETER PARAMETERS	SATUAN UNIT	HASIL UJI RESULT	SPESIFIKASI METODE METHODE SPESIFICATION
1	Logam Pb	mg/L	0,7986	IKM/7.2-14/LSUP
Informasi Tambahan		-		

Bogor, 05 September 2023

Mengetahui,

Kepala Laboratorium Service



(Dr. Diana Widiastuti, M.Phil.)

* Laporan ini tidak boleh digandakan Sebagian/seluruhnya tanpa seijin tertulis dari Laboratorium Service Universitas Pakuan

Form /7.8.2.2/LSUP; Rev 0; 10 April 2018

3.6 Lembar Hasil Uji AAS pektin kakao 15 ppm



LABORATORIUM SERVICE
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PAKUAN
 Jl. Pakuan P.O.Box 452, Gd.FMIPA 2, Lt.3A Telp 081219104047 Bogor
 Email : lab.service_fmipa@unpak.ac.id

Laporan Hasil Uji (LHU) No. : LSUP/LHU/N/IX/23.0107

Nama Pelanggan : Novi Fatmasari
 Alamat : Jln. Ciheuleut RT 01 RW 06, Kel.Tegallega Kec. Bogor tengah
 Kota Bogor Jawa Barat 16127
 No.Telp : 081311189512
 Kode Sampel : 23.0107
 No.FPPS : LSUP/FPPS/N/VIII/23.0107
 Tanggal Analisa : 24/08/2023 s/d 31/08/2023
 Jenis Sampel : Pektin Kakao 15 ppm

No	PARAMETER PARAMETERS	SATUAN UNIT	HASIL UJI RESULT	SPEKIFIKASI METODE METHODE SPECIFICATION
1	Logam Pb	mg/L	0,8611	IKM/7.2-14/LSUP
Informasi Tambahan		-		

Bogor, 05 September 2023
 Mengetahui,
 Kepala Laboratorium Service


 (Dr. Diana Widiastuti, M.Phil.)

* Laporan ini tidak boleh digandakan Sebagian/seluruhnya tanpa seijin tertulis dari Laboratorium Service Universitas Pakuan

Form /7.8.2.2/LSUP; Rev 0; 10 April 2018

3.7 Lembar Hasil Uji AAS pektin naga merah 5 ppm



LABORATORIUM SERVICE
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PAKUAN
 Jl. Pakuan P.O.Box 452, Gd.FMIPA 2, Lt.3A Telp 081219104047 Bogor
 Email : lab.service_fmipa@unpak.ac.id

Laporan Hasil Uji (LHU)

No. : LSUP/LHU/N/IX/23.0108

Nama Pelanggan	:	Novi Fatmasari
Alamat	:	Jln. Ciheuleut RT 01 RW 06, Kel.Tegallega Kec. Bogor tengah Kota Bogor Jawa Barat 16127
No.Telp	:	081311189512
Kode Sampel	:	23.0108
No.FPPS	:	LSUP/FPPS/N/VIII/23.0108
Tanggal Analisa	:	24/08/2023 s/d 31/08/2023
Jenis Sampel	:	Pektin Naga 5 ppm

No	PARAMETER PARAMETERS	SATUAN UNIT	HASIL UJI RESULT	SPESIFIKASI METODE METHODE SPESIFICATION
1	Logam Pb	mg/L	0,7917	IKM/7.2-14/LSUP
Informasi Tambahan		-		

Bogor, 05 September 2023

Mengetahui,

Kepala Laboratorium Service



(Dr. Diana Widiastuti, M.Phil.)

* Laporan ini tidak boleh digandakan Sebagian/seluruhnya tanpa seijin tertulis dari Laboratorium Service Universitas Pakuan

Form /7.8.2.2/LSUP; Rev 0; 10 April 2018

3.8 Lembar Hasil Uji AAS pektin naga merah 10 ppm



LABORATORIUM SERVICE
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PAKUAN
 Jl. Pakuan P.O.Box 452, Gd.FMIPA 2, Lt.3A Telp 081219104047 Bogor
 Email : lab.service_fmipa@unpak.ac.id

Laporan Hasil Uji (LHU)
 No. : LSUP/LHU/N/IX/23.0109

Nama Pelanggan	:	Novi Fatmasari
Alamat	:	Jln. Cibeuleut RT 01 RW 06, Kel.Tegallega Kec. Bogor tengah
	:	Kota Bogor Jawa Barat 16127
No.Telp	:	081311189512
Kode Sampel	:	23.0109
No.FPPS	:	LSUP/FPPS/N/VIII/23.0109
Tanggal Analisa	:	24/08/2023 s/d 31/08/2023
Jenis Sampel	:	Pektin Naga 10 ppm

No	PARAMETER PARAMETERS	SATUAN UNIT	HASIL UJI RESULT	SPESIFIKASI METODE METHODE SPESIFICATION
1	Logam Pb	mg/L	1,1736	IKM/7.2-14/LSUP
Informasi Tambahan		-		

Bogor, 05 September 2023
 Mengetahui,
 Kepala Laboratorium Service



 (Dr. Diana Widiastuti, M.Phil.)

* Laporan ini tidak boleh digandakan Sebagian/seluruhnya tanpa seijin tertulis dari Laboratorium Service Universitas Pakuan

Form /7.8.2.2/LSUP; Rev 0; 10 April 2018

3.9 Lembar Hasil Uji AAS pektin naga merah 15 ppm



LABORATORIUM SERVICE
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PAKUAN
 Jl. Pakuan P.O.Box 452, Gd.FMIPA 2, Lt.3A Telp 081219104047 Bogor
 Email : lab.service_fmipa@unpak.ac.id

Laporan Hasil Uji (LHU)

No. : LSUP/LHU/N/IX/23.0110

Nama Pelanggan	: Novi Fatmasari
Alamat	: Jln. Ciheuleut RT 01 RW 06, Kel.Tegallega Kec. Bogor tengah Kota Bogor Jawa Barat 16127
No.Telp	: 081311189512
Kode Sampel	: 23.0110
No.FPPS	: LSUP/FPPS/N/VIII/23.0110
Tanggal Analisa	: 24/08/2023 s/d 31/08/2023
Jenis Sampel	: Pektin Naga 15 ppm

No	PARAMETER PARAMETERS	SATUAN UNIT	HASIL UJI RESULT	SPEKIFIKASI METODE METHODE SPESIFICATION
1	Logam Pb	mg/L	1,3750	IKM/7.2-14/LSUP
Informasi Tambahan		-		

Bogor, 05 September 2023

Mengetahui,

Kepala Laboratorium Service



(Dr. Diana Widiastuti, M.Phil.)

* Laporan ini tidak boleh digandakan Sebagian/seluruhnya tanpa seijin tertulis dari Laboratorium Service Universitas Pakuan

Form /7.8.2.2/LSUP; Rev 0; 10 April 2018

Lampiran 4. Certificate of Analysis bahan

4.1 COA pektin komersial



As Gándaras - E36418 Porriño
Pontevedra, Spain
(+34) 986 344 089
ceamsa@ceamsa.com
www.ceamsa.com

CERTIFICATE OF ANALYSIS

Id: 121.881

Date: 19/12/2022
 Customer: PT. ADIMITRA KARUNIA QQ PT. Weifood Anugrah Unggul
 Your Order: PO 08/IX/2022
 Our Order: 202212923

Product

Ceampectin HMSS 4510
 Batch: PT131030
 Quantity: 1.000,00 Kg
 Prod.Date: 12/12/2022
 Best Before: 12/12/2024

Analysis

Analysis	Description		Min.	Max.	Result
10067	Degree of Esterification	DE (%)	62,00	65,00	63,70
10122	Determination of Moisture	Moisture	0,00	12,00	8,80
10136	US-SAG	SAG	145,00	155,00	151,00
10284	Pectin pH	pH	3,00	3,60	3,20

Conformity Declaration

Analysis	Description		Min.	Max.	Result
20001	Pb (ppm)			1,00	< 1,00
20002	As (ppm)			0,10	< 0,10
20003	Cd (ppm)			0,10	< 0,10
20005	Hg (ppm)			0,01	< 0,01
30004	E. Coli (Detection in 5g)				Not Detected
30008	Mould and Yeast (cfu/g)			100,00	< 100,00
30009	Salmonella (Detection in 25g)				Not Detected
30012	Total Plate Count (cfu/g)			1.000,00	< 100,00

*These analysis are made in agreement with CEAMSA's internal analytical plan

COUNTRY OF ORIGIN: SPAIN

CEAMSA
Quality Control



Export density percentages are guaranteed as stated on the label, when stored under the recommended conditions in unopened bags.
 If date of use exceeds such date put in written form. Before use, the product can still be used but its density may have varied slightly.

Página 2 de 3

4.2 COA Asam sitrat



Specification

1.00244.9026 Citric acid monohydrate for analysis EMSURE® ACS,ISO,Reag. Ph Eur

Specification		
Assay (acidimetric, calc. on anhydrous substance)	99.5 - 100.5	%
Identity (IR-spectrum)	passes test	
Appearance	white to almost white or colorless crystals	
Appearance of solution (200 g/l; water)	clear (≤ 3 NTU) and not more intense in color than reference solution Y ₁ , BY ₁ or GY ₁	
In water insoluble matter	≤ 50	ppm
Chloride (Cl)	≤ 5	ppm
Phosphate (PO ₄)	≤ 10	ppm
Sulfate (SO ₄)	≤ 20	ppm
Heavy metals (as Pb)	≤ 5	ppm
Al (Aluminium)	≤ 0.2	ppm
As (Arsenic)	≤ 1	ppm
Hg (Mercury)	≤ 1	ppm
Cu (Copper)	≤ 5	ppm
Fe (Iron)	≤ 3	ppm
Fe (Iron, acc. to Reag. Ph Eur)	suitable to use in the limit test for iron	
Pb (Lead)	≤ 0.5	ppm
Oxalates (as C ₂ H ₂ O ₄)	≤ 50	ppm
Readily carbonisable substance	passes test	
Sulfated ash	≤ 200	ppm
Water (according to Karl Fischer)	7.5 - 8.8	%

Corresponds to ACS, ISO 6353/2, Reag. Ph. Eur.

Sebastian Lips

Responsible laboratory manager quality control

This document has been produced electronically and is valid without a signature.

Lampiran 5. Perhitungan bahan

a. Pembuatan Larutan HCl 0,25 N sebanyak 3000 mL (Dik: C HCl pekat = 12N)

$$V_1N_1 = V_2N_2$$

$$V_1 \times 12N = 3000 \times 0,25$$

$$V_1 = \frac{3000 \times 0,25}{12}$$

$$V_1 = 62,5 \text{ mL}$$

b. Pembuatan larutan asam sitrat 5% sebanyak 2000 mL

$$\text{Bobot asam sitrat} = \frac{5}{100} \times 2000 = 100 \text{ gram}$$

c. pembuatan larutan AgNO₃ 0,1 M sebanyak 100 mL

$$M = \frac{\text{gram}}{\text{BM}} \times \frac{1000}{v}$$

$$\text{gram} = \frac{100 \times 169,87 \times 0,1}{1000} = 1,698 \text{ gram}$$

d. Pembuatan larutan indikator phenofthalein 1 % sebanyak 50 mL

$$\text{Bobot PP} = \frac{1}{100} \times 50 = 0,5 \text{ gram}$$

e. NaCl 2,5 % Sebanyak 250 mL

$$\text{Bobot NaCl} = \frac{2,5}{100} \times 250 = 6,25 \text{ gram}$$

f. Pembuatan Larutan NaOH 0,1 N sebanyak 500 mL. BM NaOH = 40

$$N = \frac{\text{gram}}{\text{BM}} \times \frac{1000}{v}$$

$$\text{gram} = \frac{500 \times 40 \times 0,1}{1000} = 2 \text{ gram}$$

g. Pembuatan Larutan NaOH 0,25 M sebanyak 25 mL. BM NaOH = 40

$$V_1N_1 = V_2N_2$$

$$V_1 \times 0,1 = 25 \times 0,25$$

$$V_1 = \frac{25 \times 0,25}{0,1} = 62,5 \text{ mL}$$

h. Pembuatan asam oksalat 0,1 N sebanyak 100 mL. BM asam oksalat = 126 gr/mol

$$N = \frac{\text{gram}}{\text{BM}} \times \frac{1000}{v}$$

$$\text{gram} = \frac{100 \times 126 \times 0,1}{1000} = 1,26 \text{ gram}$$

i. Pembakuan NaOH 0,1 N dengan asam oksalat 0,1 N

Dik : N asam oksalat = 0,1 N

V asam oksalat = 20 mL

V1 titrasi = 19,6 mL

V2 titrasi = 19,7 mL

V3 titrasi = 20 mL

V rata-rata = 19,766 mL

$$\begin{aligned} N \text{ NaOH} &= \frac{V \text{ as. oksalat} \times N \text{ as. oksalat}}{V \text{ NaOH}} \\ &= \frac{20 \text{ mL} \times 0,1 \text{ N}}{19,766 \text{ mL}} = 0,1011 \text{ N} \end{aligned}$$

j. Pembuatan Larutan Stok Pb dan deret standar

Dibuat 500 ppm dengan cara menimbang 0,8 gram $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ dilarutkan dengan aquadest 1000 mL lalu dibuat deret konsentrasi 0 ppm, 0,2 ppm, 0,4 ppm, 0,8 ppm, 5 ppm dan 10 ppm.

$$\begin{aligned} \text{Ppm} &= \frac{mg}{L} = \frac{500 \text{ mg}}{1000 \text{ mL}} \\ \text{Bobot Pb} &= \frac{Mr \text{ Pb}(\text{NO}_3)_2}{Ar \text{ Pb}} \times 500 \text{ mg/l} \\ &= \frac{331,2 \text{ g/mol}}{207,1 \text{ g/mol}} \times 500 \text{ mg/l} \\ &= 799,6 \text{ mg} \sim 0,8 \text{ gram} \end{aligned}$$

- 0 ppm

$$V_1 N_1 = V_2 N_2$$

$$V_1 \times 500 = 100 \times 0$$

$$V_1 = \frac{100 \times 0}{500} = 0 \text{ mL}$$

- 0,2 ppm

$$V_1 N_1 = V_2 N_2$$

$$V_1 \times 500 = 100 \times 0,2$$

$$V_1 = \frac{100 \times 0,2}{500} = 0,04 \text{ mL}$$

- 2 ppm

$$V_1 N_1 = V_2 N_2$$

$$V_1 \times 500 = 100 \times 0,4$$

$$V_1 = \frac{100 \times 0,4}{500} = 0,08 \text{ mL}$$

- 3 ppm

$$V_1N_1 = V_2N_2$$

$$V_1 \times 500 = 100 \times 0,8$$

$$V_1 = \frac{100 \times 0,8}{500} = 0,16 \text{ mL}$$

- 5 ppm

$$V_1N_1 = V_2N_2$$

$$V_1 \times 500 = 100 \times 5$$

$$V_1 = \frac{100 \times 5}{500} = 1 \text{ mL}$$

- 10 ppm

$$V_1N_1 = V_2N_2$$

$$V_1 \times 500 = 100 \times 10$$

$$V_1 = \frac{100 \times 10}{500} = 2 \text{ mL}$$

i. Perhitungan Larutan Pb Uji

Diketahui Larutan stok 500 ppm dibuat larutan uji dengan deret konsentrasi sampel 5 ppm, 10 ppm dan 15 ppm sebanyak 150 mL.

- 5 ppm

$$V_1N_1 = V_2N_2$$

$$V_1 \times 500 = 150 \times 5$$

$$V_1 = \frac{150 \times 5}{500} = 1,5 \text{ mL}$$

- 10 ppm

$$V_1N_1 = V_2N_2$$

$$V_1 \times 500 = 150 \times 10$$

$$V_1 = \frac{150 \times 10}{500} = 3 \text{ mL}$$

- 15 ppm

$$V_1N_1 = V_2N_2$$

$$V_1 \times 500 = 150 \times 15$$

$$V_1 = \frac{150 \times 15}{500} = 4,5 \text{ mL}$$

Lampiran 6. Hasil preparasi simplisia

6.1. Rendemen simplisia

Tabel 15. Perhitungan rendemen simplisia

Simplisia	Berat serbuk (g)	Berat bahan kering (g)	Rendemen (%)
Serbuk kulit kakao	500	7000	7,1428
Serbuk kulit naga merah	500	8000	6,25

a. Kulit buah kakao

$$\begin{aligned}
 \bullet \text{ Rendemen (\%)} &= \frac{\text{Berat serbuk (g)}}{\text{berat simplisia kering (g)}} \times 100\% \\
 &= \frac{500 \text{ (g)}}{7000 \text{ (g)}} \times 100\% \\
 &= 7,1428 \%
 \end{aligned}$$

a. Kulit buah naga merah

$$\begin{aligned}
 \bullet \text{ Rendemen (\%)} &= \frac{\text{Berat serbuk (g)}}{\text{berat simplisia kering (g)}} \times 100\% \\
 &= \frac{500 \text{ (g)}}{8000 \text{ (g)}} \times 100\% \\
 &= 6,25 \%
 \end{aligned}$$

6.2 Kadar air simplisia

Tabel 16. Perhitungan kadar air simplisia

Simplisia	Bobot simplisia + krus sebelum pemanasan (M1) (gram)	Bobot simplisia + krus setelah pemanasan (M2) (gram)	Hasil (%)	Rata-rata (%)
Kulit kakao	60,3203	57,8188	4,1470	4,1667
	56,9391	54,5553	4,1865	
Kulit naga merah	61,2682	58,6936	4,2021	4,2149
	57,8270	55,3822	4,2277	

a. Kulit buah kakao

- Simplo

$$\begin{aligned}\text{Kadar air (\%)} &= \frac{M1 \text{ (g)} - M2 \text{ (g)}}{M1 \text{ (g)}} \times 100\% \\ &= \frac{60,3203 \text{ (g)} - 57,8188 \text{ (g)}}{60,3203 \text{ (g)}} \times 100\% \\ &= 4,1470 \%\end{aligned}$$

$$\text{Rata-rata } (\bar{x}) = \frac{4,1470 + 4,1865}{2} = 4,1667\%$$

b. Kulit buah naga merah

$$\begin{aligned}\text{Kadar air (\%)} &= \frac{M1 \text{ (g)} - M2 \text{ (g)}}{M1 \text{ (g)}} \times 100\% \\ &= \frac{61,2682 \text{ (g)} - 58,6936 \text{ (g)}}{61,2682 \text{ (g)}} \times 100\% \\ &= 4,2021 \%\end{aligned}$$

$$\text{Rata-rata } (\bar{x}) = \frac{4,2021 + 4,2277}{2} = 4,2149\%$$

6.3. Kadar Abu Simplisia

Tabel 17. Kadar abu simplisia kulit kakao dan kulit naga merah

Simplisia	Berat Krus kosong (a) (gram)	Berat krus + sampel (b) (gram)	Berat krus + abu (c) (gram)	Hasil (%)	Rata-rata (%)
Kulit kakao	36,6196	38,6234	36,7261	7,1114	7,1371
	39,5177	41,5211	39,6612	7,1628	
Kulit naga merah	37,9489	39,9530	38,0987	7,4746	7,52
	45,1173	47,1185	45,2687	7,5654	

a. Kulit buah kakao

- Simplo

$$\begin{aligned}\text{Kadar abu total (\%)} &= \frac{c \text{ (g)} - a \text{ (g)}}{b \text{ (g)} - a \text{ (g)}} \times 100\% \\ &= \frac{36,7621 \text{ (g)} - 36,6196 \text{ (g)}}{38,6234 \text{ (g)} - 36,6196 \text{ (g)}} \times 100\% \\ &= 7,1114 \%\end{aligned}$$

$$\text{Rata-rata } (\bar{x}) = \frac{7,1371 + 7,1628}{2} = 7,1371\%$$

b. Kulit buah naga merah

- Simplo

$$\begin{aligned}\text{Kadar abu total (\%)} &= \frac{c \text{ (g)} - a \text{ (g)}}{b \text{ (g)} - a \text{ (g)}} \times 100\% \\ &= \frac{38,0987 \text{ (g)} - 37,9489 \text{ (g)}}{39,9530 \text{ (g)} - 37,9489 \text{ (g)}} \times 100\% \\ &= 7,4746 \%\end{aligned}$$

$$\text{Rata-rata } (\bar{x}) = \frac{9,75 + 9,80}{2} = 7,52\%.$$

Lampiran 7. Hasil ekstraksi**7.1. Hasil pencucian pektin hingga bebas asam****Tabel 18.** Pencucian pektin hingga bebas asam

Sampel	Perlakuan	Hasil
Pektin kulit kakao		Etanol pencucian pektin + AgNO ₃
		P1 = Terdapat endapan putih (positif)
		P2 = Terdapat endapan putih (positif)
		P3 = Terdapat endapan putih (positif)
Pektin kulit naga merah		P4 = Tidak terdapat endapan putih (negatif)
		Etanol pencucian pektin + AgNO ₃
		P1 = Terdapat endapan putih (positif)
		P2 = Terdapat endapan putih (positif)
		P3 = Terdapat endapan putih (positif)
		P4 = Terdapat endapan putih (positif)
		P5 = Terdapat endapan putih (positif)



P6= Terdapat endapan putih (positif)

P7= Terdapat endapan putih (positif)

P8= Tidak terdapat endapan putih (negatif)

7.2. Rendemen pektin

Tabel 19. Perhitungan rendemen pektin

Sampel	Berat serbuk (g)	Berat pektin kering (g)	Rendemen (%)
Pektin kulit kakao	250	16,5123	6,6049
Pektin kulit naga merah	200	17,6458	8,8229

a. Kulit buah kakao

$$\begin{aligned}
 \bullet \text{ Rendemen pektin (\%)} &= \frac{\text{Berat pektin kering (g)}}{\text{berat serbuk simplisia (g)}} \times 100\% \\
 &= \frac{16,5123(\text{g})}{250 (\text{g})} \times 100\% \\
 &= 6,6059 \%
 \end{aligned}$$

a. Kulit buah naga merah

$$\begin{aligned}
 \bullet \text{ Rendemen pektin (\%)} &= \frac{\text{Berat pektin kering (g)}}{\text{berat serbuk simplisia (g)}} \times 100\% \\
 &= \frac{17,6458 (\text{g})}{200 (\text{g})} \times 100\% \\
 &= 8,8229 \%
 \end{aligned}$$

Lampiran 8. Hasil analisis pektin

8.1. Identifikasi pektin

Tabel 20. Identifikasi pektin

Sampel	Standar	Hasil Uji	Keterangan
Pektin kulit buah kakao 5 mL larutan pektin dilarutkan dengan etanol 96%.	Terbentuk endapan bening (perbedaan dari gelatin)		Positif (+)
5 mL larutan, ditambahkan 1 mL natrium hidroksida 2 N, Didiamkan pada suhu ruang selama 15 menit.	Terbentuk gel atau semigel (perbedaan dari tragakan).	 Terbentuk gel atau semigel	
Pektin kulit buah naga merah 5 mL larutan pektin dilarutkan dengan etanol 96%	Terbentuk endapan bening (perbedaan dari gelatin)		Positif (+)
5 mL larutan, ditambahkan 1 mL natrium hidroksida 2 N, Didiamkan pada suhu ruang selama 15 menit.	terbentuk gel atau semigel (perbedaan dari tragakan).	 Terbentuk gel atau semigel	

8.2 Analisis mutu pektin

8.2.2 Standar analisis mutu pektin

Tabel 21. Standar mutu pektin

No	Parameter uji	Standar	keterangan
1	Kadar Abu	10%	Menurut IPPA 2003 dalam Hanum dkk. (2012)
2	Kadar Air	10%	Menurut Farmakope Indonesia edisi VI (2020)
3	Bobot Ekvale	600-800 mg	Menurut IPPA 2003 dalam

			Hanum dkk. (2012)
4	Kadar metoksil Pektin metoksil tinggi Pektin metoksil rendah	>7,12% 2,5 -7,12%	Menurut IPPA 2003 dalam Hanum dkk. (2012)
5	Kadar galakturonat	Min 35 %	Menurut IPPA 2003 dalam Hanum dkk. (2012)
6	Derajat esterifikasi Perktin ester tinggi Pektin ester rendah	Min 50% Maks 50%	Menurut IPPA 2003 dalam Hanum dkk. (2012)

8.2.1 Pektin kulit kakao

a. Perhitungan kadar abu pektin

Tabel 22. Perhitungan kadar abu total pektin kulit kakao

Berat krus kosong (a) (gram)	Berat krus + sampel (b) (gram)	Berat krus + abu (c) (gram)	Hasil (%)	Rata-rata (%)
36,5366	38,5371	36,6633	6,3334	6,6313
37,1751	39,1753	37,3137	6,9293	

$$\begin{aligned}
 \text{Kadar abu total (\%)} &= \frac{c(g) - a(g)}{b(g) - a(g)} \times 100\% \\
 &= \frac{36,6633(g) - 36,5366(g)}{38,5371(g) - 36,5366(g)} \times 100\% \\
 &= 6,3334 \% \\
 \text{Rata-rata } (\bar{x}) &= \frac{6,3334 + 6,9293}{2} = 6,6313\%
 \end{aligned}$$

b. Perhitungan kadar air pektin

Tabel 23. Perhitungan kadar air pektin kulit kakao

Bobot sampel + krus sebelum pemanasan (M1) (gram)	Bobot sampel + krus setelah pemanasan (M2) (gram)	Hasil (%)	Rata-rata (%)
53,3286	50,2694	6,0042	6,0532
55,4002	52,0195	6,1023	

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{M1(g) - M2(g)}{M1(g)} \times 100\%$$

$$= \frac{53,3286 \text{ (g)} - 50,2694 \text{ (g)}}{53,3286 \text{ (g)}} \times 100\%$$

$$= 6,0042 \%$$

$$\text{Rata-rata } (\bar{x}) = \frac{6,0042 + 6,1023}{2} = 6,0532\%$$

c. Perhitungan bobot ekuivalen

Tabel 24. Perhitungan bobot ekuivalen pektin kulit kakao

Ulangan	N NaOH	V NaOH (mL)	W (mg)	Berat ekuivalen (mg)	Rata-rata ($\bar{x}$) (mg)
1	0,1011	6,5	500	760,8612	702,3877
2		7,2	500	686,8887	
3		7,5	500	659,4131	

$$\begin{aligned} \text{Berat Ekuivalen (mg)} &= \frac{W \text{ sampel (mg)}}{V \text{ NaOH (mL)} \times N \text{ NaOH}} \\ &= \frac{500 \text{ (mg)}}{6,5 \text{ (mL)} \times 0,1011 \text{ N}} \end{aligned}$$

$$= 760,8612\text{mg}$$

$$\text{Rata-rata } (\bar{x}) = \frac{760,8612 + 686,8887 + 659,4131}{3} = 702,3877 \text{ mg}$$

d. Kadar metoksil

Tabel 25. Perhitungan kadar metoksil pektin kulit kakao

Ulangan	N NaOH	V NaOH (mL)	W Sampel (mg)	Kadar metoksi (%)	Rata-rata ($\bar{x}$) (%)
1	0,1011	9	500	5,6413	6,0383 %
2		9,7	500	6,0801	
3		10,2	500	6,3935	

$$\begin{aligned} \text{Kadar Metoksil} &= \frac{V \text{ NaOH (mL)} \times 31 \times N \text{ NaOH}}{W \text{ Sampel (mg)}} \times 100\% \\ &= \frac{9 \text{ (mL)} \times 31 \times 0,1011 \text{ N}}{500 \text{ (mg)}} \times 100\% \end{aligned}$$

$$= 5,6413 \%$$

$$\text{Rata-rata } (\bar{x}) = \frac{5,6413 + 6,0801 + 6,3935}{3} = 6,0383\%$$

e. Kadar galakturonat

Tabel 26. Perhitungan kadar galakturonat pektin kulit kakao

Ulangan	W sampel (mg)	V NaOH BE (mL)	V NaOH KM (mL)	N NaOH	Kadar galakturonat (%)	Rata-rata ($\bar{x}$) (%)
1	500	6,5	9	0,1011	60,8015	65,5087
2	500	7,2	9,7		66,2932	
3	500	7,5	10,2		69,4314	

$$\begin{aligned}
 \text{Kadar Galakturonat} &= \frac{(\text{Vol.NaOH BE} + \text{Vol.NaOH KM}) \times 194 \times \text{N NaOH}}{\text{W Sampel}} \times 100\% \\
 &= \frac{(6,5 \text{ mL} + 9 \text{ mL}) \times 194 \times 0,1011}{500 \text{ (mg)}} \times 100\% \\
 &= 60,8015 \%
 \end{aligned}$$

$$\text{Rata-rata } (\bar{x}) = \frac{60,8015 + 66,2932 + 69,4314}{3} = 65,5087\%$$

f. Derajat esterifikasi

Tabel 27. Perhitungan derajat esterifikasi pektin kulit kakao

Ulangan	V NaOH BE (mL) (V1)	V NaOH KM (mL) (V2)	Derajat Esterifikasi (%)	Rata-rata ($\bar{x}$) (%)
1	6,5	9	58,06452	57,6960
2	7,2	9,7	57,39645	
3	7,5	10,2	57,62712	

$$\begin{aligned}
 \text{Derajat Esterifikasi} &= \frac{V_2}{V_1 + V_2} \times 100\% \\
 &= \frac{9}{6,5 + 9} \times 100\% \\
 &= 58,0645 \%
 \end{aligned}$$

$$\text{Rata-rata } (\bar{x}) = \frac{58,0645 + 57,3964 + 57,6271}{3} = 57,6960 \%$$

8.3.2 Kulit buah naga merah

a. Kadar abu total pektin

Tabel 28. Perhitungan kadar abu total pektin kulit naga merah

Berat krus kosong (a) (gram)	Berat krus + sampel (b) (gram)	Berat krus + abu (c) (gram)	Hasil (%)	Rata-rata ($\bar{x}$) (%)
39,6682	41,6685	39,7753	5,3913	5,6181
45,1154	47,1154	45,2323	5,845	

$$\begin{aligned}
 \text{Kadar abu total (\%)} &= \frac{c(g) - a(g)}{b(g) - a(g)} \times 100\% \\
 &= \frac{39,7753(g) - 39,6682(g)}{41,6685(g) - 39,6682(g)} \times 100\% \\
 &= 5,3913 \%
 \end{aligned}$$

$$\text{Rata-rata } (\bar{x}) = \frac{5,3913 + 5,845}{2} = 5,6181 \%$$

b. Kadar air pektin

Tabel 29. Perhitungan kadar air pektin kulit naga merah

Bobot sampel + krus sebelum pemanasan (M1) (gram)	Bobot sampel + krus setelah pemanasan (M2) (gram)	Hasil (%)	Rata-rata ($\bar{x}$) (%)
56,6568	52,8788	6,6068	6,184
52,8171	49,7742	5,7612	

$$\begin{aligned}
 \text{Susut pengeringan (\%)} &= \frac{M1(g) - M2(g)}{M1(g)} \times 100\% \\
 &= \frac{56,6568(g) - 52,8788(g)}{56,6568(g)} \times 100\% \\
 &= 6,6068 \%
 \end{aligned}$$

$$\text{Rata-rata } (\bar{x}) = \frac{6,6068 + 5,7612}{2} = 6,184\%$$

c. Perhitungan bobot ekuivalen

Tabel 30. Perhitungan bobot ekuivalen pektin kulit naga merah

Ulangan	N NaOH	V NaOH (mL)	W (mg)	Berat Ekuivalen (mg)	Rata-rata ($\bar{x}$) (mg)
1	0,1011	6	500	824,2664	748,1803
2		6,5	500	760,8613	
3		7,5	500	659,4131	

$$\begin{aligned}
 \text{Berat Ekuivalen (mg)} &= \frac{W \text{ sampel (mg)}}{V \text{ NaOH (mL)} \times N \text{ NaOH}} \\
 &= \frac{500 \text{ (mg)}}{6 \text{ (mL)} \times 0,1011 \text{ N}} \\
 &= 824,2664 \text{ mg}
 \end{aligned}$$

$$\text{Rata-rata } (\bar{x}) = \frac{824,2664 + 760,8613 + 659,4131}{3} = 748,1803 \text{ mg}$$

d. Kadar metoksil

Tabel 31. Perhitungan kadar metoksil pektin kulit naga merah

Ulangan	N NaOH	V NaOH (mL)	W (mg)	Kadar metoksi (%)	Rata-rata ($\bar{x}$) (%)
1	0,1011	9,7	500	6,080	6,5607
2		10,5	500	6,5816	
3		11,2	500	7,0203	

$$\begin{aligned}
 \text{Kadar Metoksil} &= \frac{V \text{ NaOH (mL)} \times 31 \times N \text{ NaOH}}{W \text{ Sampel (mg)}} \times 100\% \\
 &= \frac{9,7 \text{ (mL)} \times 31 \times 0,1011 \text{ N}}{500 \text{ (mg)}} \times 100\% \\
 &= 6,0801 \%
 \end{aligned}$$

$$\text{Rata-rata } (\bar{x}) = \frac{6,0801 + 6,5816 + 7,0203}{3} = 6,5607 \%$$

e. Perhitungan Kadar galakturonat

Tabel 32. Perhitungan kadar galakturonat pektin kulit naga merah

Ulangan	W (mg)	V NaOH BE (mL)	V NaOH KM (mL)	N NaOH	Kadar galakturonat (%)	Rata-rata ($\bar{x}$) (%)
1	500	6	9,7	0,1011	61,5860	67,2085
2	500	6,5	10,5		66,6855	
3	500	7,5	11,2		73,3541	

$$\begin{aligned}
 \text{Kadar Galakturonat} &= \frac{(\text{Vol.NaOH BE} + \text{Vol.NaOH KM}) \times 196 \times \text{N NaOH}}{\text{W Sampel}} \times 100\% \\
 &= \frac{(6 \text{ (mL)} + 9,7 \text{ (mL)}) \times 196 \times 0,1011}{500 \text{ (mg)}} \times 100\% \\
 &= 61,5860\%
 \end{aligned}$$

$$\text{Rata-rata } (\bar{x}) = \frac{61,5860 + 66,6855 + 73,3541}{3} = 67,2085\%$$

f. Derajat esterifikasi

Tabel 33. Perhitungan derajat esterifikasi pektin kulit naga merah

Ulangan	V NaOH BE (mL) (V1)	V NaOH KM (mL) (V2)	Derajat Esterifikasi (%)	Rata-rata ($\bar{x}$) (%)
1	6	9,7	61,7834	61,1470
2	6,5	10,5	61,7647	
3	7,5	11,2	59,8930	

$$\begin{aligned}
 \text{Derajat Esterifikasi} &= \frac{V_2}{V_1 + V_2} \times 100\% \\
 &= \frac{9,7}{6 + 9,7} \times 100\% \\
 &= 61,7834 \%
 \end{aligned}$$

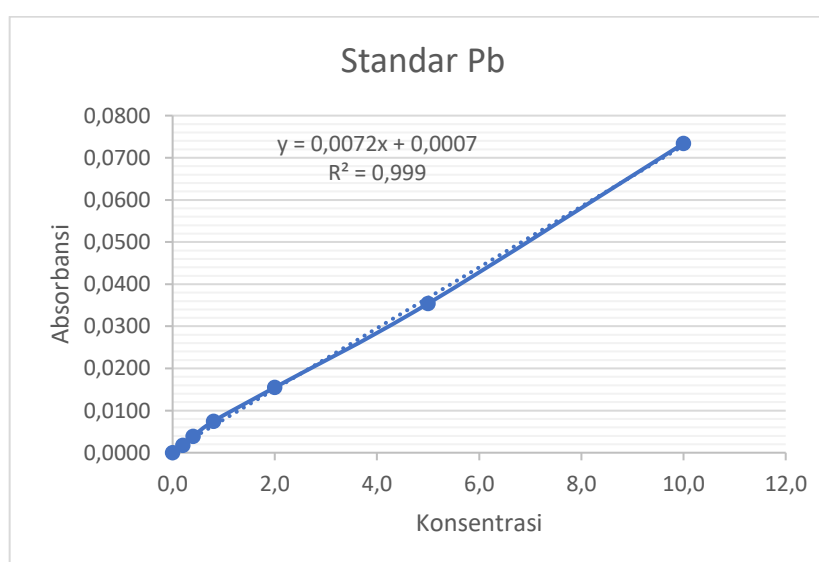
$$\text{Rata-rata } (\bar{x}) = \frac{61,7834 + 61,7647 + 59,8939}{3} = 61,1470\%$$

Lampiran 9. Hasil analisis penyerapan pektin terhadap logam berat

9.1 Analisis larutan standar $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$

Tabel 34. Analisis standar larutan $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$

Konsentrasi (ppm)	Absorbansi
0,0	0,0000
0,2	0,0018
0,4	0,0039
0,8	0,0075
2	0,0155
5	0,0354
10	0,0734



Gambar 11. Kurva kalibrasi standar larutan $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$

9.2 Hasil daya serap pektin terhadap larutan $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$

Tabel 35. Perhitungan analisis daya serap pektin terhadap larutan $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$

Sampel pektin	C0 (ppm)	Abs	Ce (ppm)	%Ka
Komersial	5	0,0077	0,9722	80,556
	10	0,0087	1,1042	88,958
	15	0,0421	5,7500	61,6667
Kakao	5	0,0068	0,8403	83,194

	10	0,0065	0,7986	92,014
	15	0,0069	0,8611	94,2593
naga	5	0,0064	0,7917	84,166
	10	0,0092	1,1736	88,264
	15	0,0106	1,375	90,8334

1. Ce (konsentrasi sampel)

Dik: $a = 0,0007$

$b = 0,0072$

a. Pektin komersial

- 5 ppm

$$\begin{aligned} Ce &= \frac{\text{absorbansi sampel}-a}{b} \\ &= \frac{0,0077-0,0007}{0,0072} = 0,9722 \text{ ppm} \end{aligned}$$

- 10 ppm

$$\begin{aligned} Ce &= \frac{\text{absorbansi sampel}-a}{b} \\ &= \frac{0,0087-0,0007}{0,0072} = 1,1042 \text{ ppm} \end{aligned}$$

- 15 ppm

$$\begin{aligned} Ce &= \frac{\text{absorbansi sampel}-a}{b} \\ &= \frac{0,0421-0,0007}{0,0072} = 5,75 \text{ ppm} \end{aligned}$$

b. Pektin kakao

- 5 ppm

$$\begin{aligned} Ce &= \frac{\text{absorbansi sampel}-a}{b} \\ &= \frac{0,0068-0,0007}{0,0072} = 0,8403 \text{ ppm} \end{aligned}$$

- 10 ppm

$$\begin{aligned} Ce &= \frac{\text{absorbansi sampel}-a}{b} \\ &= \frac{0,0065-0,0007}{0,0072} = 0,7986 \text{ ppm} \end{aligned}$$

- 15 ppm

$$\begin{aligned}
 C_e &= \frac{\text{absorbansi sampel}-a}{b} \\
 &= \frac{0,0069-0,0007}{0,0072} = 0,8611 \text{ ppm}
 \end{aligned}$$

c. Pektin naga merah

- 5 ppm

$$\begin{aligned}
 C_e &= \frac{\text{absorbansi sampel}-a}{b} \\
 &= \frac{0,0064-0,0007}{0,0072} = 0,7917 \text{ ppm}
 \end{aligned}$$

- 10 ppm

$$\begin{aligned}
 C_e &= \frac{\text{absorbansi sampel}-a}{b} \\
 &= \frac{0,0092-0,0007}{0,0072} = 1,1736 \text{ ppm}
 \end{aligned}$$

- 15 ppm

$$\begin{aligned}
 C_e &= \frac{\text{absorbansi sampel}-a}{b} \\
 &= \frac{0,0106-0,0007}{0,0072} = 1,3750 \text{ ppm}
 \end{aligned}$$

2. %Ef (persentase efisiensi daya serap pektin terhadap logam)

a. Pektin komersial

- 5 ppm

$$\begin{aligned}
 \%Ef &= \frac{C_0 - C_e}{C_0} \times 100 \\
 &= \frac{5 - 0,9722 \text{ ppm}}{5} = 80,556 \%
 \end{aligned}$$

- 10 ppm

$$\begin{aligned}
 \%Ef &= \frac{C_0 - C_e}{C_0} \\
 &= \frac{10 - 1,1042 \text{ ppm}}{10} = 88,958\%
 \end{aligned}$$

- 15 ppm

$$\begin{aligned}
 \%Ef &= \frac{C_0 - C_e}{C_0} \\
 &= \frac{15 - 5,75 \text{ ppm}}{15} = 61,6667 \%
 \end{aligned}$$

b. Pektin kakao

- 5 ppm

$$\begin{aligned}\%Ef &= \frac{C_0 - C_e}{C_0} \\ &= \frac{5 - 0,8403 \text{ ppm}}{5} = 83,194 \%\end{aligned}$$

- 10 ppm

$$\begin{aligned}\%Ef &= \frac{C_0 - C_e}{C_0} \\ &= \frac{10 - 0,7986 \text{ ppm}}{10} = 92,014\%\end{aligned}$$

- 15 ppm

$$\begin{aligned}\%Ef &= \frac{C_0 - C_e}{C_0} \\ &= \frac{15 - 0,8611 \text{ ppm}}{15} = 94,2593\%\end{aligned}$$

c. Pektin naga merah

- 5 ppm

$$\begin{aligned}\%Ef &= \frac{C_0 - C_e}{C_0} \\ &= \frac{5 - 0,7917 \text{ ppm}}{5} = 84,166\%\end{aligned}$$

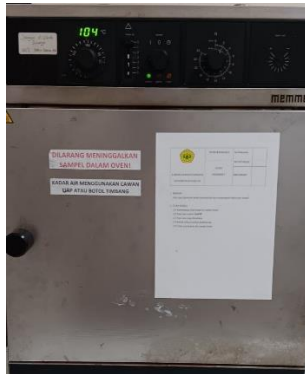
- 10 ppm

$$\begin{aligned}\%Ef &= \frac{C_0 - C_e}{C_0} \\ &= \frac{10 - 1,1736 \text{ ppm}}{10} = 88,264 \%\end{aligned}$$

- 15 ppm

$$\begin{aligned}\%Ef &= \frac{C_0 - C_e}{C_0} \\ &= \frac{15 - 1,3750 \text{ ppm}}{15} = 90,8334\%\end{aligned}$$

Lampiran 10. Dokumentasi penelitian



Oven kadar air



Tanur



Hot plate stirrer



Alat-alat gelas



Sentrifugator



Spektrofotometer serapan atom



Ekstraksi pektin kulit buah kakao



Ekstraksi pektin kulit buah naga merah



Perendaman ekstrak dengan etanol



Perendaman ekstrak dengan etanol



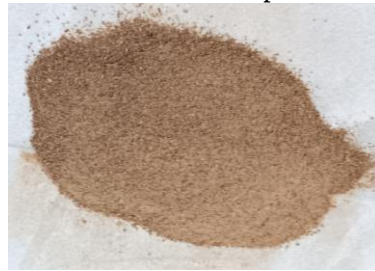
Pektin basah sesudan pencucian



Pektin basah sesudan pencucian



Pektin kulit buah kakao



Pektin kulit buah naga merah