



PROSIDING SEMINAR NASIONAL PASCASARJANA KIMIA 2018
“DISRUPTIVE CHEMISTRY FOR A BETTER LIFE”

PROSIDING SEMINAR NASIONAL
PASCASARJANA KIMIA 2018



**DISRUPTIVE CHEMISTRY
FOR A BETTER LIFE**

YOGYAKARTA, 9-10 NOVEMBER 2018

Departemen Kimia, FMIPA, Universitas Gadjah Mada
Jl. Sekip Utara, BLS 21, Sinduadi,
Mlati, Sleman, Yogyakarta, 55281
Tel. (0274) 545 188
Fax. (0274) 545 188
E-mail: semnaspascakimia.mipa@ugm.ac.id





PROSIDING

SEMINAR NASIONAL PASCASARJANA KIMIA 2018

*Disruptive Chemistry
for a Better Life*

Yogyakarta, 9-10 November 2018

PROSIDING
SEMINAR NASIONAL PASCASARJANA KIMIA 2018

- Pelindung** : **Dekan FMIPA Universitas Gadjah Mada**
Prof. Dr. Triyono, S.U
- Penasehat** : **Ketua Departemen Kimia FMIPA UGM**
Dr. Agus Kuncaka, DEA.
- Steering Committee** : Dr. Agus Kuncaka, DEA.
Drs. Roto, M.Eng., Ph.D.
Dr. Winarto Haryadi, M.Si.
Prof. Dr. Sri Juari Santoso, M.Eng.
Dr. Indriana Kartini, M.Si.
- Dewan Redaksi** : Drs. Roto, M.Eng., Ph.D.
Dr. Winarto Haryadi, M.Si.
Dr. Indriana Kartini, M.Si.
Dr. Sri Sudiono, M.Si.
Aulia Ratri Hapsari, S.Si., M.Sc.
Mokhammad Fajar Pradipta, S.Si, M.Eng.
- Desain Cover dan Setting Lay Out** : Trisno Afandi, S.Si.
Haryoko Pangestu, S.Si.
Dian Mira Fadela, S.Pd.
Vida Zenitha Sudariasri, S.Pd.
Fathonah, S.Pd.
Ella Rizki F.M., S.Si.
Dyah Ayu Fatmawati, S.Si

ISSN 2623-0860 (online)

Diterbitkan oleh :
Departemen Kimia, FMIPA, Universitas Gadjah Mada
Jl. Sekip Utara, BLS 21, Sinduadi, Mlati
Sleman, Yogyakarta, 55281

KATA PENGANTAR

Puji syukur kita panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah yang telah diberikan kepada kita semua, sehingga buku Prosiding Seminar Nasional Pascasarjana Kimia 2018 dengan tema “*Disruptive Chemistry for a Better Life*” yang dilaksanakan pada tanggal 9-10 November 2018 di Auditorium FMIPA Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.

Buku Prosiding ini memuat sejumlah artikel hasil penelitian pada berbagai bidang kimia yang dilakukan oleh peneliti, akademisi dan praktisi industri serta mahasiswa dari berbagai daerah di seluruh Indonesia yang dikumpulkan dan ditata oleh tim kepanitiaan dari Mahasiswa Pascasarjana Program Studi Ilmu Kimia FMIPA Universitas Gadjah Mada. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini perkenankan kami mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Ir. Panut Mulyono., M.Eng, D.Eng, selaku pembicara dan Rektor UGM
2. Prof. Dr. Ir. Purwanto, DEA, selaku pembicara dan Dekan Sekolah Pascasarjana Undip.
3. Prof. Dr. Triyono, S.U, selaku Dekan FMIPA UGM.
4. Dr. Agus Kuncaka, DEA, selaku Ketua Departemen Kimia FMIPA UGM.
5. Prof. Dr. rer. nat. Karna Wijaya, M.Eng, selaku pembicara dan Dosen Departemen Kimia FMIPA UGM
6. Prof. Drs. Mudasir, M.Eng., Ph.D, selaku pembicara dan Dosen Departemen Kimia FMIPA UGM
7. Bapak/Ibu Dosen reviewer pemakalah Seminar Nasional Pascasarjana Kimia 2018
8. Bapak/Ibu Dosen Departemen Kimia FMIPA UGM.
9. Pihak sponsor, Genecraft Labs, Yayasan Toyota & Astra, Bank BPD DIY, Javamedika Utama.
10. Panitia Seminar Nasional Pascasarjana Kimia 2018.
11. Bapak/Ibu dosen dan mahasiswa peserta Seminar Nasional Pascasarjana Kimia 2018.

Dengan disusunnya Buku Prosiding ini, diharapkan dapat bermanfaat bagi kita semua dalam mengembangkan ilmu pengetahuan demi kemajuan bangsa dan negara. Terakhir, kami ingin mengucapkan mohon maaf apabila ada kesalahan baik selama berlangsungnya acara seminar serta yang berkaitan dengan isi Buku Prosiding ini.

Hormat kami,

Redaksi

SAMBUTAN

KETUA PANITIA SEMINAR NASIONAL PASCASARJANA KIMIA 2018

Assalamu‘alaikum Wr. Wb
Salam sejahtera bagi kita semua.

Yang terhormat Rektor Universitas Gadjah Mada, Bapak Prof. Ir. Panut Mulyono., M.Eng, D.Eng.; Dekan Sekolah Pascasarjana Universitas Diponegoro, Bapak Prof. Dr. Ir. Purwanto, DEA; Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Gadjah Mada, Bapak Prof. Dr. Triyono, S.U.; Ketua Departemen Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Gadjah Mada, Bapak Dr. Agus Kuncaka, DEA; Bapak/Ibu Dosen Departemen Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Gadjah Mada; reviewer pemakalah; segenap tamu undangan; dan peserta seminar yang berbahagia; atas nama panitia kami mengucapkan selamat datang dan terima kasih atas partisipasinya dalam acara Seminar Nasional Pascasarjana Kimia 2018.

Pertama, perkenankan saya untuk mengucapkan syukur ke hadirat Allah SWT, Alhamdulillahirobbil alamin, bahwa atas segala rahmat dan hidayah-Nya, Seminar Nasional Pascasarjana Kimia 2018 sudah terlaksana pada hari Jumat-Sabtu tanggal 9-10 November 2018 di Gedung Auditorium Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Gadjah Mada.

Seminar Nasional Pascasarjana Kimia 2018 merupakan salah satu wadah temu ilmiah berkala yang diselenggarakan oleh Departemen Kimia yang bekerja sama dengan Keluarga Mahasiswa Pascasarjana Kimia FMIPA UGM sebagai ajang komunikasi dan berbagi ide yang bertujuan memajukan dan mengembangkan ilmu pengetahuan dan teknologi di bidang kimia di Indonesia. Tema pada Seminar Nasional Pascasarjana Kimia 2018 tahun ini mengangkat tema “*Disruptive Chemistry for a Better Life*”. Pemilihan tema tersebut dilatarbelakangi oleh berbagai penelitian tentang hal-hal baru dalam bidang kimia dilakukan dan hasil dari penelitian tersebut dapat disajikan berupa tulisan dalam bentuk jurnal yang memberikan informasi penting untuk dapat dimanfaatkan dalam kehidupan sehari-hari. Selain itu ide-ide kreatif terus dikembangkan untuk memperoleh informasi sebanyak mungkin yang mempunyai peranan penting dalam pembelajaran. Selain itu peran ilmu kimia pada Industri 4.0, Revolusi Industri Keempat adalah sebuah kondisi pada abad ke-21 ketika terjadi perubahan besar-besaran di berbagai bidang lewat perpaduan teknologi yang mengurangi sekat-sekat antara dunia fisik, digital, dan biologi.

Seminar Nasional Pascasarjana Kimia 2018 pada tahun ini menghadirkan 4 pembicara utama, Yaitu Prof. Ir. Panut Mulyono., M.Eng, D.Eng selaku Rektor Universitas Gadjah Mada, Prof. Dr. Ir. Purwanto, DEA, selaku Dekan Sekolah Pascasarjana Universitas Diponegoro, Prof. Dr. rer. nat. Drs. Karna Wijaya, M.Eng, dan Prof. Drs. Mudasir, M.Eng., Ph.D, selaku Dosen Departemen Kimia FMIPA Universitas Gadjah Mada. Luaran dari Seminar Nasional Pascasarjana Kimia 2018 adalah berupa Prosiding Seminar Nasional Pascasarjana Kimia (ISSN Cetak: 2623-0844; ISSN Online: 2623-0860) dan Buletin Kimia Nusantara (ISSN Cetak: 2623-2782) yang memperoleh ISSN dari pusat dokumentasi LIPI.

Akhir kata, dengan terselenggaranya Seminar Nasional Pascasarjana Kimia 2018 dan dicetaknya Prosiding Seminar Nasional Pascasarjana Kimia 2018 ini kami atas nama panitia mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan

dan segala bentuk bantuan dalam mempersiapkan acara, editing dan penerbitan Prosiding ini. Semoga budi baik Bapak Ibu dan rekan-rekan sekalian mendapatkan balasan yang lebih baik dari Allah SWT. Harapan kami Semoga Prosiding Seminar Nasional Pascasarjana ini dapat memberikan makna yang sangat berarti, manfaat, dan kebarokahan bagi kita semua, aamiin.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Ketua Panitia Seminar Nasional Pascasarjana Kimia (SN-PK) 2018

Ahmad Bikhharudin, S.Si.

**SAMBUTAN
KETUA DEPARTEMEN KIMIA FMIPA UGM**

Yang terhormat Rektor Universitas Gadjah Mada, Prof. Ir. Panut Mulyono, M.Eng. D.Eng.; Dekan FMIPA UGM, Prof. Dr. Triyono, S.U.; Dekan Sekolah Pascasarjana Universitas Diponegoro, Prof. Dr. Ir. Purwanto, DEA; dan para civitas akademik yang sangat saya cintai, terutama KMPK yang luar biasa bersemangat dalam menyelenggarakan seminar ini serta pembimbingnya Bu Indriana Kartini, M.Si., Ph.D.

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Seminar ini dilaksanakan untuk memberikan pencerahan bagi kita semua tentang perkembangan industri di dunia. Pada Industri 1.0 akibat munculnya mesin uap, teknologi yang lain hancur. Industri 2.0 pada tahun 1800an adanya mesin listrik menyebabkan mesin uapnya hancur. Industri 3.0 dengan adanya otomatisasi, yang tidak otomatis langsung hancur. Pada Industri 4.0, yang tidak *disruptive* pasti hancur. Penganut paham *sustainable development*, yang tidak sepaham dengan *disruptive*, akan hancur oleh *disruptive* dengan *digitilazing*. Sekarang retail dan mall akan hancur karena orang-orang kimia membuka berbagai macam hal seperti makanan, kosmetik, dan lain-lain.

Marilah kita belajar dari para pakar yang sudah berpengalaman, untuk mendesain sesuatu untuk NKRI ini. Untuk itu kepada para pembicara, Departemen Kimia mengucapkan terima kasih dan memberikan penghargaan setinggi-tingginya karena telah bersedia untuk memberikan pencerahan pada seminar ini, dan kepada panitia mari kita berikan *applause* untuk lancarnya acara sampai nanti Buletin dan Prosiding. Pak dekan sebagai laporan juga Prosiding nanti akan kita desain 6 kali berturut-turut dalam Bahasa Inggris dan kita *Scopus*-kan agar dapat meningkatkan indeks *Scopus* Departemen Kimia dan yang terkait.

Demikian yang dapat saya sampaikan, Akhirul kalam, wabillahi taufiq wal hidayah.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb.

Terima kasih

Ketua Departemen Kimia FMIPA UGM,

Dr. Agus Kuncaka, DEA

**SAMBUTAN
DEKAN FAKULTAS MIPA UGM**

Yang kami hormati para tamu undangan, para panitia seminar nasional pada pagi hari ini, para mahasiswa, karya siswa pascasarjana yang kami banggakan.

Selamat pagi,
Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Yang pertama dari yang utama marilah kita panjatkan puji syukur ke hadirat Allah SWT karena atas limpahan barokah dan rahmat-Nya kita dipertemukan pada pagi hari ini dalam suasana yang cerah dalam keadaan bahagia dan sejahtera tanpa kurang apa pun juga. Kemudian terima kasih kepada Bapak Purwanto yang berkenan hadir untuk memberikan paparan makalahnya untuk memberikan semangat bagi kita semua, dan juga kepada para presenter dan para moderator yang berkenan untuk berpartisipasi di dalam seminar pada pagi hari ini dan juga sampai besok hari Sabtu. Atas nama Fakultas MIPA kami mohon maaf yang sebesar-besarnya dan terima kasih atas akan terselenggaranya seminar pada pagi hari ini.

Kami ingin menyampaikan bahwa kami sangat bangga dengan para mahasiswa, karena dengan adanya seminar pada pagi hari ini kita akan mendapatkan pencerahan ilmu yang baru, yang akan terpaparkan pada dua hari ini. Pada saat kami kuliah dulu, hampir tidak pernah ada seminar seperti ini. Para mahasiswa jarang mengadakan acara seminar sebagaimana yang diselenggarakan pada pagi hari ini, mungkin juga dikarenakan karena pada saat itu mahasiswa pascasarjana sangat terbatas. Nah pada generasi kami seperti itu, pada generasi sekarang, yang sering disebut sebagai generasi Z. Jaman saya dulu, kalau sudah selesai kuliah kita mau ke perpustakaan terlambat sedikit saja maka kita tidak dapat membaca buku yang tersedia, karena hanya ada 2 atau 3 buah buku yang sama, maka berebut siapa yang dulu siapa yang baca, sehingga sangat terbatas untuk mengembangkan ilmu pengetahuan. Berbeda dengan jaman sekarang Anda tidak perlu masuk ke perpustakaan, hanya dengan *googling* saja pengetahuan sangat banyak sekali, sehingga saya meyakini bahwa generasi sekarang akan jauh lebih baik dari generasi kami dulu dan insya Allah nantinya dari apa yang Saudara lakukan, dari riset yang Saudara lakukan, Saudara akan menemukan hal-hal baru untuk NKRI.

Itu yang dapat saya sampaikan, kurang lebihnya saya mohon maaf, wabillahi taufiq wal hidayah.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb

Dekan Fakultas MIPA UGM

Prof. Dr. Triyono, S.U

DAFTAR ISI

Lembar Judul	i
Kata Pengantar	iii
Sambutan Ketua Panitia SN-PK 2018	iv
Sambutan Ketua Departemen Kimia FMIPA UGM	vi
Sambutan Dekan FMIPA UGM	vii
Daftar Isi	viii
Enkapsulasi Secara Simultan Senyawa Hidrofilik Acemanan dan Senyawa Hidrofobik Rifampisin dalam Lipid Nanopartikel <i>Tri Suciati, Putriana Rachmawati, Andhika B. Mahardika, Ujang Purnama, dan Yani Triyani</i>	1
Adsorpsi Fluorida dari Air Terkontaminasi Fluor Tinggi Menggunakan Tanah Liat Teraktivasi <i>Zainal Mustakim, Agus Prasetya, Sarto</i>	11
Konversi Limbah Plastik Kemasan Makanan Ringan Menjadi Briket <i>Erlinda Ningsih, Kartika Udyani, Siti Afifa, Nur Khamidah</i>	17
Analisis Indeks Pencemaran Air Laut dengan Parameter Logam Cu dan Pb di Kawasan Wisata Raja Ampat Papua Barat <i>Muhammad Taufiq T, Yusnita Lagoa</i>	22
Kandungan Kafein Minuman Kahwa Daun dari <i>Coffea Canephora</i> dengan Variasi Cara Penyeduhan <i>Rilma Novita, Anwar Kasim, Tuty Anggraini, Deddi Prima Putra</i>	28
Penentuan Pertama Faktor Emisi CO₂ (Country-Spesific, Tier 2) Liquefied Natural Gas di Indonesia <i>Novie Ardhyarini, Agustini</i>	33
Pembuatan Komparator Warna dari Ekstrak Kulit Buah Naga Merah (<i>Hylocereus costaricensis</i>) untuk Analisis Hidrokuinon pada Krim Pemutih dengan Metode Spektrofotometri UV-Vis <i>Heppy Findari, Rika Endara Safitri, dan Qurrata A'yun</i>	38

ENKAPSULASI SECARA SIMULTAN SENYAWA HIDROFILIK ACEMANAN DAN HIDROFOBİK RIFAMPISIN DALAM LIPID NANOPARTIKEL

Tri Suciati^{1,*}, Putriana Rachmawati¹, Andhika B. Mahardika¹, Ujang Purnama¹, dan Yani Triyani²

¹Sekolah Farmasi, Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesa No. 10 Bandung 40132

²Fakultas Kedokteran, Universitas Islam Bandung, Jl. Tamansari No.2, Bandung 40116

*E-mail : tri.suciati@fa.itb.ac.id

INTISARI

Mycobacterium tuberculosis (Mtb) mempunyai molekul lipoarabinomannan pada permukaannya yang menyebabkan ketahanan hidup intraselularnya tinggi dalam tubuh manusia. Acemaman merupakan senyawa polimannosa utama dalam gel aloe yang dapat digunakan sebagai agen imunostimulan dan pentargetan intraselular obat antituberkulosis. Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem penghantaran rifampisin dan acemaman dalam bentuk lipid nanopartikel (*Nanostructured Lipid Carriers*, NLC). Formula NLC terdiri dari asam oleat, suppicire® NA dan setostearil alkohol dengan rasio 1:1:2 yang dibuat dengan metode emulsifikasi-ultrasonikasi, dan proses solidifikasi pada suhu rendah menggunakan emulgator polisorbit 80 dan PEG 400. Acemaman didispersikan ke dalam asam oleat (dispersi padatan dalam minyak, S/O) menggunakan teknik emulsifikasi-lifilisasi dan dicampurkan dengan larutan rifampisin dalam minyak yang sama sebelum proses emulsifikasi. Karakteristik NLC tidak berubah secara signifikan ($p > 0.05$) setelah penambahan dispersi S/O acemaman, dengan ukuran partikel berkisar 129-142 nm, indeks polidispersitas 0.31-0.34, zeta potensial -4.13 to -7.20 mV. Sistem dispersi S/O acemaman mencegah agregasi dalam minyak dan dapat mempertahankan ukuran partikel setelah proses *freeze drying* serta menghasilkan efisiensi penjeratan rifampisin dalam NLC lebih dari 75%. Formulasi lipid nanopartikel ini berpotensi sebagai sistem penghantaran simultan senyawa hidrofilik dan hidrofobik untuk pengobatan tuberkulosis.

Kata Kunci: *lipid nanopartikel, acemaman, rifampisin, dispersi padatan dalam minyak*

ABSTRACT

Mycobacterium tuberculosis (Mtb) with lipoarabinomannan molecule on its surface has a high intracellular survival in the human body. Acemaman is a major polymannose compound in aloe gel, which can be used as an immunostimulatory agent and intracellular targeting agent of antituberculosis drugs. This study aims to develop a simultaneous delivery systems of rifampicin and acemaman in the form of lipid nanoparticles (*Nanostructured Lipid Carriers*, NLC). The NLC formula consisted of oleic acid, suppicire® NA and cetostearyl alcohol at the ratio of 1:1:2 using emulsifying agent of polysorbate 80 and PEG 400, which was prepared by ultrasound-emulsification method with low temperatures of solidification process. Acemaman was dispersed in oleic acid as solid-in-oil S/O dispersion) using a lyophilization-emulsification technique and mixed with rifampicin solution in the same oil prior to emulsification process. It was found that no-significant changes of NLC characteristics ($p > 0.05$) following the addition of the S / O acemaman dispersion, with particle size ranging from 129-142 nm, polydispersity index 0.31-0.34, zeta potential -4.13 to -7.20 mV. The optimum S / O acemaman dispersion prevented its aggregation in oil and maintained particle size after the drying process with more than 75% of rifampicin entrapment efficiency. To conclude, the formulation of lipid nanoparticles

becomes a potential candidate for simultaneous delivery system of hydrophilic acemannan and hydrophobic rifampicin to improve tuberculosis treatment.

Keywords: *lipid nanoparticles, acemannan, rifampicin, solid-in-oil dispersion*

PENDAHULUAN

Tuberkulosis merupakan penyakit yang disebabkan bakteri *Mycobacterium tuberculosis (Mtb)* dan bersifat mudah menular melalui udara. Mtb memiliki kemampuan untuk persisten dalam bentuk infeksi tanpa gejala jangka panjang dalam tubuh manusia sehingga menyebabkan tuberkulosis fase laten (*latent tuberculosis*). Pada fase ini, bakteri Mtb dapat masuk dan dorman dalam makrofag [1]. Secara molekular diketahui bahwa pada dinding sel Mtb terdapat molekul *Mannose Capped Lipoarabinomannan (ManLam)* yang berperan dalam penurunan respon imun dan sebagai ligan untuk media internalisasi Mtb kedalam endosom makrofag dengan berinteraksi terhadap reseptor mannosida pada permukaan makrofag. Setelah masuk kedalam makrofag, ManLam yang terdapat dipermukaan Mtb ini mampu menurunkan aktivitas mikrosidal dari makrofag dengan cara menurunkan modulasi produksi NO (*Nitric Oxide*), radikal oksigen, *inflammatory cytokines* dan menghambat apoptosis dari Mtb melalui pengubahan sinyal yang diperantarai oleh Ca^{2+} [1]. Hal ini membuat Mtb dapat bertahan di dalam makrofag tanpa terbunuh dengan mekanisme apoptosis [2] dengan membatasi keasaman dan menghambat *phagosome-lysosome fusion*.

Penelitian ini bertujuan mengembangkan formulasi NLC sebagai sistem penghantaran rifampisin sebagai salah satu *firstline therapy* tuberkulosis secara simultan dengan immunostimulan. Pembawa berukuran nanometer ini menunjukkan kemampuan untuk dapat melewati jalur transelular dan paraselular sehingga meningkatkan bioavailabilitas obat secara intraselular [22]. Selain itu,

NLC ini memiliki kapasitas *loading* obat dan fleksibilitas yang lebih tinggi untuk memodulasi pelepasan obat serta memiliki kemampuan untuk mencegah pecahnya sistem lipid [3]. Sebagai immunomodulator, digunakan acemannan yang merupakan kompleks polisakarida pada bagian parenkim lidah buaya (*Aloe vera*). Polisakarida acemannan tersusun dari 31 $\beta(1,4)$ -linked mannoses, 1 $\beta(1,4)$ -linked glucose, dan 1 $\alpha(1-6)$ -linked galactose. Sebagian monosakarida mengalami modifikasi dengan adanya penambahan gugus asetil [4]. Menurut ukuran molekulnya, aktivitas immunomodulator optimum berada pada rentang 5 kDa hingga 400 kDa [5]. Polisakarida yang ada dalam *Aloe vera*, acemannan, memberikan aktivitas sebagai immunomodulator melalui aktivasi makrofag sehingga terjadi peningkatan fagositosis dan aktivitas bakterisidal [5]. Acemannan mampu mengaktifasi makrofag untuk melepaskan sitokin seperti IL-1, IL-6 dan TNF- α dan juga meningkatkan sitotoksitas yang dimediasi oleh sel T dan proliferasinya. Acemannan juga dapat meningkatkan produksi NO (*Nitric Oxide*) secara *in vitro* ketika dilakukan penambahan IFN- γ [2]. Pembuatan sediaan rifampisin dalam bentuk NLC dengan dispersi acemannan diharapkan mampu meningkatkan efektivitas rifampisin sebagai obat antituberkulosis.

METODE PENELITIAN

Bahan

Rifampisin (PT. Meprofarm), acemannan rantai pendek, acemannan BiAloe[®] (LorAnd Laboratories), asam oleat (Bratachem, Indonesia), Suppocire[®] NA (Gattefose), setostearil alkohol,

Tween[®] 80 (Bratachem, Indonesia), Tween[®] 20 (Bratachem, Indonesia), polietilen glikol 400 (Bratachem, Indonesia), reagen antron, anilin hidrogen phtalat (Merck), kromatografi lapis tipis selulosa (Whatman no.3), asam klorida pekat, etanol, aquades, dan bahan-bahan kimia lain yang terdapat dalam laboratorium.

Isolasi Acemannan Rantai Pendek

Sejumlah daun lidah buaya diambil bagian parenkim daun, dicuci dan dilakukan pengecilan ukuran partikel dengan bantuan *blender* sehingga dihasilkan musilago. Untuk mendapatkan supernatan, etanol ditambahkan perlahan hingga didapat perbandingan etanol : gel = 4:1. Suspensi didiamkan pada suhu 4°C selama 24 jam. Supernatan yang terbentuk kemudian dipisahkan dan dihidrolisis menggunakan HCl dengan suhu 70°C. Endapan hasil hidrolisis kemudian dikeringkan menggunakan *fluidized bed drying*. Acemannan hasil isolasi dianalisis secara kualitatif dengan KLT selulosa dan BiAloe[®] sebagai pembanding. Fase gerak yang digunakan adalah butanol:asam asetat:air dengan perbandingan 4:1:5 dan penampak bercak *aniline hydrogen phtalat*. Kadar acemannan hasil isolasi ditentukan menggunakan reaksi warna menggunakan *anthrone*.

Pembuatan Dispersi Acemannan dalam Asam Oleat

Larutan acemannan rantai pendek ditambahkan kedalam asam oleat yang telah mengandung surfaktan Tween[®] 20 atau Span[®] 80 dengan berbagai perbandingan. Perbandingan untuk larutan acemannan dan asam oleat 1:1 dan surfaktan yang digunakan divariasikan dari 4%-30%. Pencampuran dilakukan dengan ultraturaks dan selanjutnya dilakukan liofilisasi untuk menghilangkan air dari sediaan. Dispersi acemannan kemudian dievaluasi untuk menentukan

partisinya dalam air dan minyak dengan metode ekstraksi cair-cair. Fasa bagian atas ditentukan kadarnya menggunakan metode yang sama dengan reaksi warna menggunakan *anthrone*.

Optimasi Pembuatan NLC RIF-ACE Penentuan Lipid Cair

Lipid cair dipilih diantara 5 lipid cair yang tersedia, yaitu asam oleat, *virgin coconut oil* (VCO), *olive oil*, minyak kedelai dan minyak jagung. Ke dalam 1 mL masing masing minyak ditambahkan rifampisin sebanyak 50 mg dan diamati perubahan warna dari minyak serta jumlah partikel rifampisin yang tidak terlarut secara kualitatif.

Perbandingan Lipid Padat dan Lipid Cair

Digunakan beberapa perbandingan lipid padat dan lipid cair untuk mendapatkan campuran lipid yang memiliki titik leleh di atas suhu 37°C.

Optimasi Proses Pembuatan Lipid Nanostruktur

Proses yang dilakukan untuk membuat lipid nanostruktur adalah proses emulsifikasi menggunakan ultraturaks, pengecilan ukuran globul dengan sonikator dan proses solidifikasi pada suhu ruang atau suhu rendah. Proses yang menunjukkan hasil NLC yang paling jernih dengan komposisi yang tetap dipilih untuk pembuatan sediaan.

Optimasi Jumlah Surfaktan dan Kosurfaktan

Serangkaian formula dibuat dengan jumlah total surfaktan Tween[®] 80 dan kosurfaktan PEG 400 yang bervariasi dan komponn lain dibuat tetap. Jumlah surfaktan dan kosurfaktan yang dipilih adalah perbandingan yang menghasilkan ukuran partikel berkisar 100-200 nm.

Pembuatan Lipid Nanostruktur Rifampisin – Acemannan

Sediaan NLC dibuat dengan teknik ultrasonikasi-emulsifikasi dan solidifikasi suhu rendah. Pembuatan diawali dengan pelelehan campuran *suppocire*[®] NA, setostaeril alkohol, kemudian dilakukan penambahan asam oleat yang telah mengandung rifampisin dan dispersi acemannan dalam minyak. Selanjutnya dilakukan homogenisasi dengan campuran Tween[®] 80, PEG 400 dan aquades yang telah dipanaskan hingga mencapai suhu yang sama. Solidifikasi dilakukan dengan dalam aquades suhu $\pm 5^{\circ}\text{C}$.

Evaluasi NLC Rifampisin – Acemannan

Parameter evaluasi terhadap nanoemulsi terdiri dari ukuran partikel, indeks polidispersitas, potensial zeta, efisiensi penjeratan rifampisin dan morfologi NLC menggunakan TEM.

$$\% \text{efisiensi} = \frac{\text{Rif total} - \text{Rif yang tidak terjerat}}{\text{Rif total}} \times 100$$

Optimasi Liofilisasi

Formula optimum yang didapat kemudian dikeringkan menggunakan metode liofilisasi. Sebagai *cryoprotectant*, *lactose* dan sorbitol dengan berbagai konsentrasi diuji untuk mendapatkan poses yang optimum.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Isolasi Acemannan Rantai Pendek

Berdasarkan ukuran molekul, acemannan yang memiliki aktivitas optimum sebagai immunomodulator memiliki ukuran 5-400 kDa [19]. Untuk mendapatkan acemannan dengan rentang ukuran tersebut, dilakukan proses hidrolisis menggunakan HCl dan pemanasan untuk memutus ikatan glikosida antar monomer pada acemannan sehingga didapatkan acemannan dengan panjang rantai polimer yang lebih rendah. Sejumlah 2,5 kg bagian parenkim lidah buaya dihaluskan

dan ditambah dengan etanol. Penghalusan dilakukan untuk meningkatkan kontak dengan etanol sebagai agen pengendap. Hasil pengendapan merupakan ekstrak *Aloe vera* basah yang mengandung acemannan rantai panjang. Hasil rendemen endapan etanol yang didapat adalah 40% dari berat total. Selanjutnya dilakukan hidrolisis dan pengeringan untuk mempermudah formulasi dan penyimpanan. Pengeringan dilakukan menggunakan *fluidized bed dryer* (FBD). Prinsip FBD adalah partikel dihamburkan dalam suatu ruang dimana dalam ruang tersebut dialirkan udara panas, kemudian udara panas ini akan menguapkan air yang terdapat pada permukaan partikel sehingga partikel dapat mengering. Proses ini menghasilkan rendemen ekstrak kering sebesar 12,4 gram atau 1,24%. Nilai ini sangat wajar karena kandungan air dari bagian parenkim lidah buaya adalah 98,5-99% [7].

Berdasarkan hasil percobaan, didapatkan nilai Rf yang sama antara acemannan hasil isolasi dengan standar (BiAloe[®]) namun dengan intensitas warna yang lebih rendah. Hal ini dikarenakan kadar acemannan terlarut hasil isolasi yang rendah. Pengujian rekasi warna dilakukan untuk menentukan kadar acemannan sebagai komponen karbohidrat acemannan dalam *Aloe vera*. Ketika acemannan direaksikan dengan reagen antron, akan terbentuk kompleks furfuraldeantron yang menunjukkan warna biru kehijauan. Kurva kalibrasi dibuat dengan memvariasikan konsentrasi dari acemannan BiAloe[®]. Warna biru kehijauan yang terbentuk diukur dengan menggunakan spektrofotometer sinar tampak pada panjang gelombang 630 nm [7]. Berdasarkan hasil percobaan didapat kurva kalibrasi dengan persamaan $y = 5,569x + 0,0374$ dengan nilai r^2 sebesar 0,996. Kadar ACE yang didapat adalah $11,17 \pm 1,10\%$ terhadap berat kering endapan acemannan.

Pembuatan Dispersi Acemaman dalam Asam Oleat

Acemaman merupakan senyawa yang bersifat hidrofil dengan kelarutan dalam air hingga 27.85% [8]. Pendekatan baru penghantaran senyawa yang bersifat hidrofilik salah satu diantaranya adalah dengan cara membuat dispersi senyawa hidrofil dalam minyak. Pembuatan dispersi ini memungkinkan acemaman dapat didispersikan ke dalam NLC. Acemaman terlarut dimasukkan kedalam minyak yang telah mengandung surfaktan dan dilakukan pengadukan dengan maksud untuk pembentukan emulsi air dalam minyak. Globul dari air akan dikelilingi oleh surfaktan yang digunakan, yaitu Tween[®] 20 atau Span[®] 80. Selanjutnya dilakukan proses liofilisasi untuk menghilangkan air dari sistem sehingga terbentuk molekul surfaktan yang dikelilingi surfaktan dan dapat terdispersi dengan baik dalam minyak.

Tabel 1. Formula Pembuatan Dispersi S/O Acemaman dalam Asam Oleat

Formula	Rasio komponen (w/w)				Hasil Liofilisat
	ACE	Asam Oleat	Tween [®] 20	Span [®] 80	
D1	1	1	0,1	-	Jernih
D2	1	1	0,15	-	Jernih
D3	1	1	0,25	-	Jernih
D4	1	1	0,5	-	Keruh
D5	1	1	0,75	-	Jernih
D6	1	1	-	0,1	Jernih
D7	1	1	-	0,15	Keruh
D8	1	1	-	0,25	Jernih
D9	1	1	-	0,5	Keruh
D10	1	1	-	0,75	Keruh

Larutan acemaman yang digunakan adalah larutan acemaman hasil isolasi dengan konsentrasi 3,72 mg/mL. Berdasarkan hasil diatas, dispersi D1 dipilih karena memberikan penampilan yang paling jernih, setelah dilakukan sonikasi selama 30 menit (komposisi asam oleat dan Tween[®] 20 10:1). Penampilan yang jernih ini menunjukkan bahwa acemaman dapat terdispersi dalam minyak dengan cukup baik.

Penentuan Partisi Dispersi Acemaman dalam Air dan Minyak

Partisi dispersi acemaman dalam asam oleat bertujuan untuk membuktikan bahwa acemaman hasil formulasi berada dalam fasa minyak. Kedalam dispersi acemaman ditambahkan air dengan perbandingan 1:1, kemudian diaduk menggunakan *roller mixer*. Kadar acemaman dalam larutan ini kemudian ditentukan dengan metode antron. Hasil dari penentuan kadar adalah tidak terdeteksinya keberadaan acemaman dalam fraksi ini. Pengujian dengan menggunakan spektrofotometri pada panjang gelombang 630 menghasilkan absorbansi yang sangat kecil dan tidak konsisten. Hal tersebut juga memperkuat dugaan bahwa tidak adanya acemaman dalam fraksi air. Blanko yang digunakan adalah minyak asam oleat yang ditambahkan dengan surfaktan dan dilakukan preparasi yang sama dengan sampel.

Optimasi Pembuatan Lipid Nanostruktur Rifampisin – Acemaman

Lipid cair yang digunakan dalam sediaan ini adalah asam oleat. Diantara lipid lain yang tersedia seperti minyak jagung, soybean oil, VCO, asam oleat dan *olive oil*, asam oleat memberikan kemampuan untuk melarutkan rifampisin paling baik.

Tabel 2. Pengaruh Rasio Lipid Padat dan Minyak terhadap Titik Leleh Campuran

Rasio Komponen (w/w)	L1 1:1:1	L2 1:3:2	L3 3:3:2	L4 1:2:1
suppocire [®] NA	0,2	0,05	0,15	0,1
Setosterail	0,2	0,15	0,15	0,2
Alkohol				
Asam Oleat	0,2	0,1	0,1	0,1
Titik leleh (°C)	33-37	34,5-40	37-39,1	41,5-42,6

Sebagai lipid padat, dipilih suppocire[®]NA karena stabil terhadap oksidasi dan hidrolisis namun memiliki

titik leleh dibawah suhu tubuh. Oleh karena itu, dilakukan penambahan setostearil alkohol untuk meningkatkan titik leleh. Rasio lipid padat dan lipid cair dioptimasi untuk mendapatkan campuran dengan titik leleh di atas 37°C (Tabel 2).

Berdasarkan hasil percobaan, formula L4 dengan komposisi suppocire[®] NA, setostaeril alkohol dan asam oleat dengan perbandingan 1:2:1 dipilih sebagai formula terbaik karena suhu hasil pelelehan di atas 37°C. Hal ini penting untuk pengembangan NLC agar NLC memiliki integritas yang konsisten hingga sampai ke tempat kerja. Setelah dilakukan penentuan perbandingan lipid padat dan lipid cair, dilakukan pembuatan sediaan blanko dengan formula tetap. Formula ini digunakan untuk menentukan proses pembuatan yang dibutuhkan untuk membuat NLC. Proses yang dilakukan meliputi homogenisasi, sonikasi dan solidifikasi pada suhu ruang atau suhu rendah. Dari hasil pengujian, homogenisasi, sonikasi dan solidifikasi suhu rendah menunjukkan penampilan NLC paling jernih.

Keberhasilan pembentukan nanostruktur ditentukan oleh jenis surfaktan dan jumlah yang digunakan. Pada penelitian ini digunakan Tween[®] 80 yang merupakan surfaktan nonionik dan toksisitas yang rendah. Selain digunakan surfaktan, diperlukan juga kosurfaktan. Kosurfaktan dapat berpenetrasi di antara molekul surfaktan sehingga dapat meningkatkan fluiditas lapisan antarmuka dan melapisi NLC lebih rapat sehingga dihasilkan partikel yang lebih stabil. Untuk mendapatkan jumlah surfaktan yang optimum, dilakukan optimasi jumlah surfaktan dan kosurfaktan dengan perbandingan tetap 1:1 namun meningkatnya jumlahnya dalam sediaan dari 10% hingga 30%. Setelah itu dilakukan penurunan jumlah kosurfaktan secara bertahap namun masih dapat menghasilkan NLC dengan ukuran kurang

dari 200 nm. Total fase padat yang digunakan adalah 3% dengan perbandingan 1:2:1 untuk suppocire[®] NA:setostearil alkohol:asam oleat (Tabel 3).

Formula yang menghasilkan NLC dengan ukuran kurang dari 200 nm dan jumlah surfaktan paling kecil dipilih untuk pengembangan selanjutnya. Formula yang dipilih adalah formula yang mengandung surfaktan dan kosurfaktan 20:20 (S3). Pada formula S1, sediaan sangat keruh karena agregasi antar partikel akibat surfaktan yang digunakan tidak cukup untuk melapisi bagian partikel. Pada formula S4 dan S5, penampilan sediaan memiliki kemiripan dengan S3.

Selanjutnya dilakukan penurunan konsentrasi ko-surfaktan. Berdasarkan ukuran partikel yang terbentuk, surfaktan dengan rasio 20:15 (S5) digunakan sebagai basis untuk pengembangan NLC. Lebih lanjut, rifampisin, dispersi ACE dan BiAloe[®] kemudian ditambahkan Tabel 4.

Tabel 3. Optimasi Jumlah Surfaktan dan Kosurfaktan

Formula	Komponen (%)			Karakteristik
	Tween [®] 80	PEG 400	Akuades	Ukuran IP (nm)
S1	10	10		Keruh
S2	15	15		220,6 0,261
S3	20	20	Add 100	152,4 0,410
S4	25	25		103,4 0,340
S5	20	15		100,4 0,351
S6	20	10		Keruh
S7	20	5		Keruh

Target dibawah 300 nm penting untuk penghantaran obat ini agar partikel dapat masuk ke bagian intrapulmonar dan melewati *barrier* sehingga dapat menuju ke pembuluh darah untuk bersirkulasi secara sistemik. Ukuran nanopartikel dibawah 200 nm juga memungkinkan untuk terhindar dari mekanisme *mucocilliary clearance* dalam paru-paru [9]. Ukuran partikel mengalami peningkatan ketika adanya penambahan rifampisin, dispersi ACE dan dispersi acemannan BiAloe[®]. Hal ini terjadi

karena penjeratan zat aktif dan disperse acemannya kedalam lipid nanostruktur. Sebagian besar rifampisin dan dispersi acemannya akan terdispersi dalam lipid cair dan sebagian kecil lipid padat. Selama 3 minggu, ukuran partikel rifampisin dan

sisimpan pada suhu of 5°C memiliki ukuran yang stabil dan indeks dibawah 0.5. Zeta potential untuk ketiga formula diatas menunjukkan sifat permukaan lipid nanostruktur yang netral dengan rentang -10 menjadi 10 mV [10].

Tabel 4. Formula NLC mengandung rifampisin, dispersi padat acemannya hasil isolasi dan dispersi padat ACE

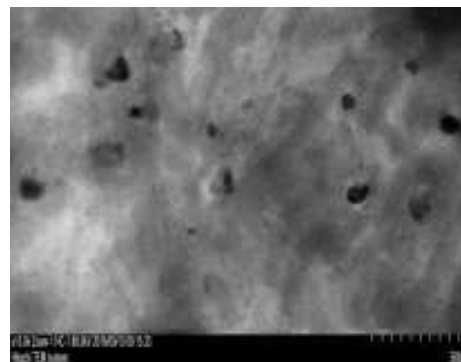
Bahan	Konsentrasi (%)		
	F1	F2	F3
Rifampisin	0,75	0,75	0,75
Dispersi Acemannya	-	0,08	0,265
Tween® 80	20	20	20
PEG 400	15	15	15
Akuades	Add 100	Add 100	Add 100
Ukuran partikel	114,9±13,51	128,9±6,14	42,1±6,54
IP	0,28±0,048	0,34±0,021	0,31±0,042
Potensial zeta	-2,28 mV	-4,13 mV	-7,20 mV
Efisiensi penjeratan (%)	74,48±1,62	76,07±2,49	75,36±3,45

Efisiensi penjeratan rifampisin dilakukan dengan metode tidak langsung menggunakan membran dialisa berukuran MWCO 10 kDa atau setara dengan 2.5 nm untuk mengeliminasi rifampisin yang tidak terjerat. Penentuan kadar dilakukan setelah dialisa selama 24 jam. Sebelumnya telah dilakukan pengukuran kadar setelah dialisa selama 48 jam dan hasilnya tidak berbeda dengan signifikan. Penentuan kadar dilakukan dengan spektrofotometri UV-Sinar tampak pada panjang gelombang 475 nm. Efisiensi penjeratan rifampisin dalam formula F1,F2 dan F3 lebih dari 70% dan tidak berbeda secara signifikan. Hasil analisis TEM menunjukkan morfologi NLC dengan bentuk *spheric*, permukaan luar yang halus dengan rentang ukuran 100-200 nm.

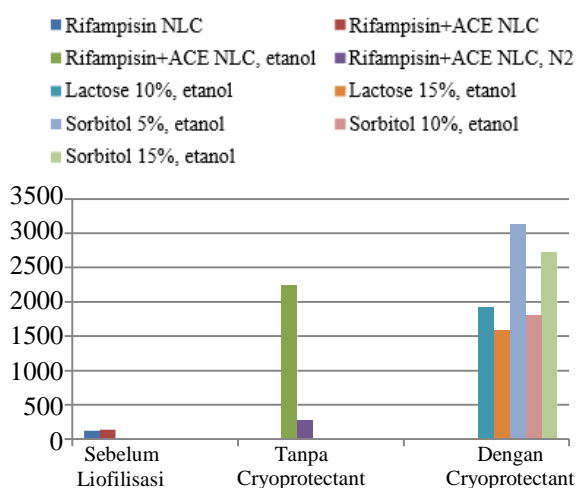
Optimasi Liofilisasi

Proses liofilisasi meningkatkan ukuran partikel secara signifikan, sehingga optimasi lebih lanjut perlu dilakukan untuk proses liofilisasi dengan memilih *cryoprotectant* atau optimasi konsentrasi. Selain proses optimasi *cryoprotectant*, proses *freezing* dan *drying* perlu dilakukan

optimasi. Proses liofilisasi menggunakan nitrogen cair sebagai *freezing agent* dapat menghasilkan ukuran partikel paling kecil pada Gambar 2. Nitrogen cair memiliki titik beku sangat rendah sehingga mampu membekukan sediaan dengan cepat, hal ini menyebabkan kristal es yang terbentuk berukuran kecil dan halus. Periode pembekuan yang singkat ini membuat globul tidak sempat untuk bergabung dan dipisahkan oleh kristal es secara individu. Setelah proses liofilisasi, NLC direkonstitusi menggunakan aquades dan tidak memberikan peningkatan ukuran partikel.



Gambar 1. Morfologi NLC menggunakan analisis TEM



Gambar 2. Ukuran partikel dengan variasi *cryoprotectant* dan proses *freezing*

KESIMPULAN

Formula NLC terdiri dari fasa minyak berupa asam oleat, suppicire[®] NA dan setostearil alkohol dengan perbandingan 1:1:2 (3%), Tween[®] 80 (20%), PEG 400 (20%) dan dispersi ACE 0,08%. Dispersi acemannan hasil isolasi dalam NLC rifampisin meningkatkan ukuran partikel yang tidak bermakna dengan indeks polidispersitas dibawah 0,5. Sifat permukaan dari NLC bersifat netral. Efisiensi penjeratan rifampisin diatas 70%. Ukuran dan indeks polidispersi NLC yang hanya mengandung rifampisin dalam bentuk larutan cukup stabil hingga hampir satu bulan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi, Kementerian Riset dan Teknologi Republik Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Schlesinger LS, Azad AK, Torrelles JB, Roberts E, Vergne I and Deretic V., 2008, Determinants of Phagocytosis, Phagosome Biogenesis and Autophagy for Mycobacterium Tuberculosis, *Handbook of*

Tuberculosis: Immunology and Cell Biology, Britton Copyright, WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim.

- [2] Torrelles, J.B. and Schlesinger L.S., 2010, Diversity in M. Tuberculosis Mannosylated Cell Wall Determinants Impacts Adaptation to The Host, *National Institute of Health Tuberculosis (Edinb)*, 90(2), 84–93.
- [3] Severino, P., 2012, Current State of Art and New Trends in Lipid Nanoparticles (SLN and NLC) for Oral Drug Delivery, *Hindawi Publishing Corporation : Journal of Drug Delivery Volume*, Article ID 750891.
- [4] Cowsert, L.M., 2010, Biological Activities of Acemannan. (Dapat ditemukan di <http://www.symmetrydirect.com/pdf/BioActivofAcemannan.pdf>, diakses tanggal 20 September 2018).
- [5] Im S-A, *et al.*, 2010, *In Vivo* Evidence of the Immunomodulatory Activity of Orally Administered Aloe vera Gel, *Arch Pharm Res.*, 33(3), 451-456.
- [6] Femenia, A., Emma, S., and Simal S., 1998, Compositional Features of Polysaccharides from Aloe Vera (*Aloe Barbadosis* Miller) Plant Tissues, *Carbohydrate Polymers*, 39, 109–117.
- [7] Eberendu B.H.M., 1996, Colorimetric Assay for Bioactive Polysaccharide, United States Patent NOUS5512488 A.
- [8] Nema, J., Shrivastava, S.K., and Mitra, N.G., 2012, Physicochemical Study of Acemannan Polysaccharide in Aloe species under the Influence of Soil Reaction (pH) and Moisture Application, *African Journal of Pure and Applied Chemistry*, 6(9), 132-136.
- [9] Misra, A., Hickey, A.J., Rossi, C., Borchard, G., Terada, H., Makino, K., Fourie, P.B., and Colombo, P., 2011,

- Inhaled Drug Therapy for Treatment of Tuberculosis, *Tuberculosis*, 91, 71-81.
- [10] Clogston, J.D. and Anil, K.P., 2009, Zeta Potensial Measurement in Characterization of Nanoparticles Intended for Drug Delivery, Vol 697, McNeil SE, Springer, Marriyand, 63-70.
- [11] Agy, R.U., Ugwoke, M.I., Armand, M., Kinget, R., and Verbeke, N., 2001, The Lung as A Route for Systemic Delivery of Therapeutic Proteins and Peptides, *Respiratory Research*, 2, 198–209.
- [12] Bur, M., Henning, A., and Hein, S., 2009, Inhalative Nanomedicine – Opportunities and Challenges. *Inhalation Toxicology*, 21(S1): 137–143 *Informa Healthcare*.
- [13] Chaubet, P., and Mishra, B., 2010, Mannose Conjugated Chitosan Nanoparticles Loaded with Rifampisin for The Treatment of Visceral Leishmaniasis, *Carbohydrates Polymers*, 101 (20134), 1101-1108.
- [14] Dandagi, P.M., Dessai, G.A., Gadad, A.P., and Desai, V.B., 2013, Formulation and Evaluation of Nanostructured Lipid Carrier of Lornoxicam. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Science*. 6(2). 975-1491.
- [15] Departemen Kesehatan Republik Indonesia, 1995, *Farmakope Indonesia Edisi IV*, Departemen Kesehatan Republik Indonesia, Jakarta.
- [16] Dipiro, J.T., Talbert, R.L., Yee, G.C., Matzke, G.R., Wells, B.G., and Posey, L.M., 2008, *Pharmacotherapy, A Pathophysiologic Approach 7th Edition*. McGraw Hill Medical, New York.
- [17] East, L., Isacke, C.M., 2002, The Mannose Receptor Family. *Biochimica et Biophysica Acta* 1572. 364–386.
- [18] Gamazo, C., Arbella, N.M., Brotons, A., Camacho, A.I and Irache JM. 2014. Mimicking Microbial Strategies for The Design of Mucus-permeating Nanoparticles for Oral Immunization. *European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics*.
- [19] Lee, J.K., *et al.*, 2001, Acemannan Purified from *Aloe vera* Induces Phenotypic and Functional Maturation of Immature Dendritic Cells, *International Immunopharmacology*, 1275–1284.
- [20] Muttill, P., Wang, C., and Hickey A.J., 2009, Inhaled Drug Delivery for Tuberculosis Therapy, *Pharmaceutical Research*, 26(11).
- [21] Olsson, B., Bondesson, E., Borgstrom, L., Edsbacker, S., Eirefelt, S., Ekelund, K., Gustavsson, L., and Myrback, T.H., 2011, Pulmonary Drug Metabolism, Clearance and Absorption, *Controlled Pulmonary Drug Delivery, Advances in Delivery Science and Technology*.
- [22] Pandey, R., Ahmad, Z., 2010, Nanomedicine and Experimental Tuberculosis: Facts, Flaws, and Future, *Nanomedicine: Nanotechnology, Biology, and Medicine*, 7, 259–272.
- [23] Permana, A.S., 2013, Formulasi dan Evaluasi Imunogenitas in Vivo Nanopartikel Lipid dengan Adjuvant Jakalin untuk Penghantaran Vaksin Subkutan dan Transkutan. Sekolah Pascasarjana Sekolah Farmasi Institut Teknologi Bandung.
- [24] Purnawan, A., 2013, Hidrolisis Karbohidrat Mannan (Bungkil Inti Kelapa Sawit) dengan Enzim Mannase dari *Streptomyces Cyaenus* untuk Menghasilkan Oligosakarida. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.

- [25] Rowe, R.C., Sheskey, P.J., and Quinn, M.E., 2009, *Handbook of Pharmaceutical Excipients 6th Edition*, The Pharmaceutical Press, London.
- [26] Song, Xu., *et al.*, 2014, Rifampicin Loaded Mannosylated Cationic Nanostructured Lipid Carriers for Alveolar Macrophage-specific Delivery, *Pharm. Res.* 1095-014-1572-3.

ADSORPSI FLUORIDA DARI AIR TERKONTAMINASI FLUOR TINGGI MENGGUNAKAN TANAH LIAT TERAKTIVASI

Zainal Mustakim¹, Agus Prasetya^{1,*}, Sarto¹

¹Departemen Teknik Kimia, Universitas Gadjah Mada, 55281, Yogyakarta

*E-mail : aguspras@ugm.ac.id

INTISARI

Fluorida dengan konsentrasi yang tinggi dalam air minum dapat membahayakan kesehatan, khususnya tulang dan gigi. Salah satu metode yang digunakan untuk mengurangi tingginya konsentrasi fluorida dalam air minum adalah dengan proses adsorpsi. Tanah liat sebagai adsorben diaktivasi secara fisika pada suhu 700°C menggunakan furnace selama 30 menit dan secara kimia menggunakan larutan HCL selama 60 menit. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui waktu kesetimbangan dan model kinetika adsorpsi fluorida. Penelitian ini dilakukan secara batch dengan berat tanah liat teraktivasi 1,25 gram dan suhu kamar (26°C) dalam 50 ml larutan yang mengandung 22,6 mg/L fluorida. Larutan sampel diambil setiap 5 menit sampai mencapai kesetimbangan kemudian dianalisa menggunakan spektrofotometer visible pada panjang gelombang 570 nm. Dari hasil penelitian diperoleh bahwa kesetimbangan adsorpsi tercapai pada waktu 20 menit dengan penyerapan maksimal sebesar 45% dan mengikuti model kinetika adsorpsi orde dua semu dengan nilai R^2 sebesar 0,988.

Kata Kunci : *adsorpsi, fluorida, kinetika, tanah liat teraktivasi*

ABSTRACT

Fluoride with high concentration in drinking water may be harmful to health, especially teeth and bones. Adsorption process is one of methods to overcome high concentration of fluoride in drinking water. Clay as adsorbent was activated by physical activation at 700°C in a furnace for 30 minutes and chemical activation in HCl solution for 60 minutes. This research aimed to examine the time of equilibrium and the kinetics model of fluoride adsorption. The batch sorption experiment were carried out in 50 ml stirred glass contained 22,6 mg/L fluoride solution and 1,25 gram of activated clay weight at room temperature (26°C). The solution samples were taken in 5 minute until reaching equilibrium then analyzed by using visible spectrophotometer at the maximum wavelength of 570 nm. From this research, the equilibrium reached in 20 minutes with maximum 45% fluoride adsorbed and the kinetic model followed pseudo-second order model with the value of R^2 was 0,988.

Keywords: *adsorption, fluoride, kinetic, activated clay*

PENDAHULUAN

Fluorida memiliki potensi mengkontaminasi air di daerah dengan jenis batuan metamorf dan granit, yang banyak tersebar di berbagai wilayah di Indonesia. Masyarakat yang berdomisili di wilayah-wilayah tersebut memiliki resiko tinggi terkena fluorosis yang berdampak pada kesehatan tulang, gigi, dan sistem syaraf. Konsentrasi fluorida di atas ambang batas pada air tanah saat ini menjadi isu kesehatan lingkungan yang

signifikan karena efek negatif yang dihasilkannya. Batas konsentrasi fluorida dalam air minum berdasarkan peraturan Menteri Kesehatan No. 32 Tahun 2017 adalah sebesar 1,5 mg/L. Konsentrasi fluorida pada 1,5 – 4 mg/L dapat menyebabkan fluorosis gigi yang diindikasikan dengan adanya bercak-bercak putih-kuning pada gigi dan seiring waktu berubah menjadi cokelat akibat mineralisasi fluorida yang berlebihan [1].

Paparan terhadap fluorida dengan konsentrasi lebih tinggi lagi (antara 4-10 mg/L) akan berakibat pada fluorosis gigi dan tulang. Fluorosis pada tulang dapat mengakibatkan sakit pada tulang belakang, persendian, kenaikan densitas tulang, dan kelumpuhan serta pada ibu hamil dapat mengakibatkan kecacatan janin [2]. Studi lain menunjukkan bahwa pada konsentrasi rendah (0,3-1,2 mg/L) fluorida dapat berfungsi memperkuat enamel gigi [3]. Fluor dalam bentuk anion fluorida (F^-) dijumpai dalam bentuk senyawa-senyawa organik maupun anorganik di lingkungan [4]. Dalam bentuk anorganik, fluor terbawa dan berasosiasi dalam mineral batuan.

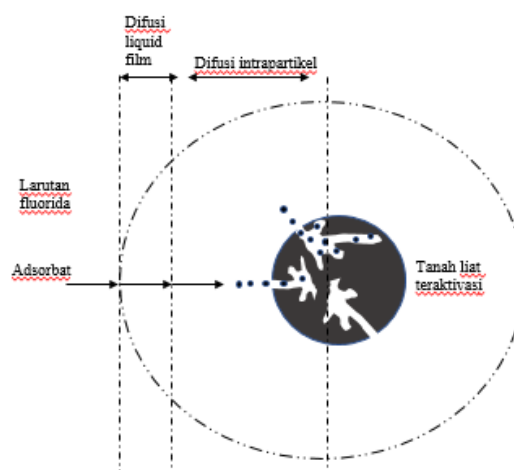
Salah satu metode yang digunakan untuk mengurangi kandungan fluorida dalam limbah cair adalah dengan adsorpsi. Metode adsorpsi dipilih karena selain ramah lingkungan, juga lebih sederhana dan irit biaya sehingga dapat dijangkau oleh masyarakat yang menggunakan air tanah yang terkontaminasi fluorida.

Penelitian adsorpsi fluorida menggunakan kaolin (*china clay*) telah dilakukan dengan konsentrasi awal fluorida 5,1 mg/L dan suhu 29°C, diperoleh kondisi optimum penyerapan fluorida sebesar 93% pada pH 3, dosis adsorben 1,5 g/100 mL, dan waktu kontak selama 2 jam [5]. Penelitian lainnya dengan menggunakan modifikasi tanah liat bentonite- Al^{3+} diperoleh kondisi optimum adsorpsi fluorida berada pada waktu 60 menit, dosis adsorben 2 gram/100 mL, dan konsentrasi adsorbat 100 mg/L pada suhu 26°C. Model kinetika reaksi mengikuti orde dua semu (*pseudo second order*) [6].

Kaolin yang diaktivasi secara kimia dengan penambahan asam sulfat lebih efektif untuk menjerap fluorida daripada kaolin yang tidak diaktivasi [7] dan tanah liat jenis *pyrophyllite* yang sebelumnya diberikan perlakuan panas pada suhu 400°C untuk me-*remove* fluorida dari

limbah cair mempunyai kapasitas adsorpsi 21% lebih tinggi dibandingkan dengan *pyrophyllite* mentah [8].

Adsorpsi fluorida pada permukaan tanah liat teraktivasi dapat dijelaskan dengan mekanisme pertukaran ligan (*ligand exchange mechanism*). Ion fluor (F^-) menggantikan ion hidroksil (OH^-) pada permukaan tanah liat teraktivasi ($Al-OH \rightarrow Al-F$) [8]. Ikatan Al-F terakumulasi pada permukaan tanah liat teraktivasi sampai tercapai kesetimbangan. Mekanisme perpindahan adsorbat dari larutan fluorida ke dalam pori-pori tanah liat teraktivasi melalui proses difusi ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Mekanisme perpindahan adsorbat pada tanah liat teraktivasi

Model Matematis

Efisiensi penyerapan fluorida dalam limbah cair dihitung menggunakan persamaan (1) berikut:

$$\eta = \frac{(C_0 - C_e)}{C_0} \times 100\% \quad (1)$$

Dimana η adalah efisiensi penyerapan (%), C_0 (mg/L) adalah konsentrasi awal fluorida dan C_e (mg/L) adalah konsentrasi fluorida pada kesetimbangan. Kapasitas adsorpsi fluorida pada kesetimbangan dihitung menggunakan persamaan neraca massa (2) sebagai berikut:

$$q_e = \frac{(C_0 - C_e)V}{m} \quad (2)$$

Dimana q_e (mg/g) adalah jumlah fluorida yang terjerap saat setimbang, V (L) adalah volume larutan dan m (g) adalah massa adsorben.

Mekanisme adsorpsi fluorida pada tanah liat teraktivasi dapat menggunakan persamaan orde satu semu (*pseudo-first order*) dan persamaan orde dua semu (*pseudo-second order*) [9]. Persamaan orde satu semu dikembangkan oleh Lagergren (persamaan 3) dan integrasi pada kondisi batas $t=0$ sampai $t=t$ dan $q_t=0$ sampai $q_t=q_t$, memberikan persamaan untuk membentuk plot data linier (persamaan 4 dan 5) sebagai berikut:

$$\frac{dq_t}{dt} = k_1 (q_e - q_t) \quad (3)$$

$$\log (q_e - q_t) = \log (q_e) - \frac{k_1}{2.303} t \quad (4)$$

$$q_t = q_e (1 - e^{-k_1 t}) \quad (5)$$

Persamaan orde dua semu ditunjukkan oleh persamaan (6) dan integrasi pada kondisi batasnya membentuk plot data linier (persamaan 7 dan 8) sebagai berikut:

$$\frac{dq_t}{dt} = k_2 (q_e - q_t)^2 \quad (6)$$

$$\frac{t}{q_t} = \frac{1}{k_2 q_e^2} + \frac{1}{q_e} t \quad (7)$$

$$q_t = \frac{k_2 q_e^2 t}{1 + k_2 q_e t} \quad (8)$$

Dimana k_1 (1/menit) adalah konstanta kecepatan orde satu semu, k_2 (1/menit) adalah konstanta kecepatan orde dua semu dan q_t (mg/g) adalah jumlah fluorida yang terjerap pada waktu t .

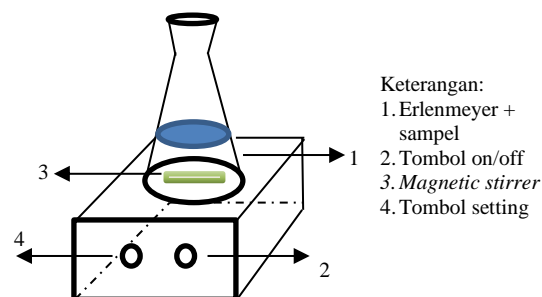
METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Laboratorium Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada.

Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: XRF, BET, furnace, oven, spektrofotometer visible, desikator, gelas beker, erlenmeyer, neraca analitik, *magnetic stirrer*, gelas arloji, stopwatch, cawan porselin, gelas ukur, botol semprot, corong, kertas saring, labu

ukur, ayakan, dan pipet volum. Rangkaian alat percobaan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Rangkaian alat percobaan

Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain : tanah liat, HCl 37%, NaF, reagen spadns-asam zirkonil dan aquades.

Prosedur Penelitian

Aktivasi fisika-kimia tanah liat

Tanah liat yang berasal dari daerah Kasongan (Yogyakarta) dibersihkan dari pengotor-pengotor disekitarnya kemudian dipanaskan dalam oven dengan suhu 120°C sampai kering kemudian ditumbuk, lalu tanah liat diayak dengan ukuran 100-200 mesh. Tanah liat yang sudah menjadi powder kemudian di bakar di dalam furnace pada suhu 700°C selama 30 menit. Tanah liat dari furnace dikeluarkan dan didinginkan sampai suhu kamar [10].

Tanah liat yang sudah keluar dari furnace di timbang sebanyak 100 gram. Setelah itu tanah liat dimasukkan ke dalam gelas beker 1.000 ml kemudian ditambahkan dengan larutan HCl 1 M sebanyak 1.000 mL kemudian di aduk menggunakan *magnetic stirrer* selama 60 menit.

Tanah liat tersebut dipisahkan dari larutan HCl dengan cara di saring menggunakan kertas saring dan residu yang didapat dicuci dengan aquades panas sampai pH netral [11]. Kemudian tanah liat yang sudah diaktivasi fisika-kimia

dikeringkan dalam oven pada suhu 120°C selama 4 jam. Setelah kering, tanah liat tersebut disimpan dalam desikator. Kemudian dilakukan uji karakterisasi menggunakan XRF dan BET untuk mengetahui komposisi kandungan dan luas permukaannya.

Pengujian adsorpsi fluorida

Tanah liat teraktivasi dengan berat 1,25 gram dimasukkan ke dalam gelas beker 250 mL. kemudian ditambahkan larutan fluorida 22,6 mg/L sebanyak 50 mL. Setelah itu, campuran tersebut diaduk menggunakan *magnetic stirrer* dan sampel diambil setelah 5 menit. Selanjutnya sampel ditambahkan reagen spadns-asam zirkonil dan dianalisa dengan spektrofotometer visible panjang gelombang 570 nm. Percobaan tersebut dilakukan lagi dengan waktu 10, 15, 20, 30 dan 60 menit.

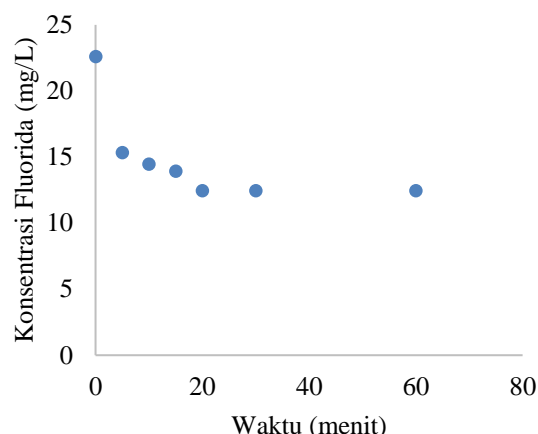
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Analisa XRF dari tanah liat teraktivasi dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi Tanah Liat Teraktivasi

Komponen	Hasil (% massa)
Al	21,9875
Si	55,5750
Ca	2,1388
Mn	0,3993
Fe	19,5750
Cu	0,0625
Zn	0,0493
Rb	0,0085
Sr	0,0518
Zr	0,0569
Ba	0,0963

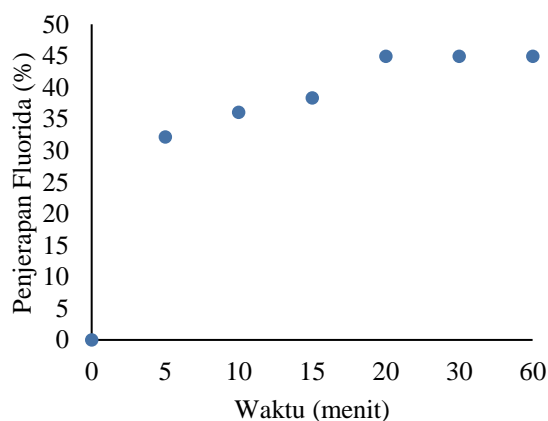
Dari Tabel 1 terlihat bahwa komposisi tanah liat teraktivasi didominasi oleh komponen Si, Al, dan Fe. Luas permukaan tanah liat teraktivasi adalah 74,379 m²/g. Hubungan antara penurunan konsentrasi fluorida terhadap waktu dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Konsentrasi fluorida terhadap waktu

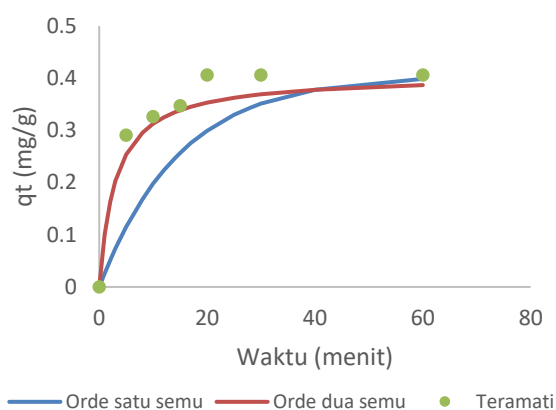
Dari Gambar 3 terlihat bahwa waktu kesetimbangan tercapai pada waktu 20 menit dengan konsentrasi fluorida sebesar 12,4 mg/L atau terjerap sebesar 10,2 mg/L.

Hubungan antara penjerapan fluorida terhadap waktu dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Penjerapan fluorida terhadap waktu

Dari Gambar 4 terlihat bahwa penjerapan fluorida maksimal sebesar 45% dengan waktu kesetimbangan tercapai pada waktu 20 menit.



Gambar 5. Model kinetika adsorpsi fluorida

Gambar 5 menunjukkan model kinetika adsorpsi fluorida menggunakan tanah liat teraktivasi dengan dosis 1,25 g/50 ml, konsentrasi awal 22,6 mg/L dan pH 4. Parameter data kinetik dapat dilihat pada Tabel 2. Pada nilai q_e yang sama yaitu sebesar 0,406 mg/g, konstanta kecepatan pada orde satu semu sebesar 0,067 1/menit sedangkan pada orde dua semu sebesar 0,822 1/menit. Nilai koefisien R^2 pada model kinetika orde dua semu yang mendekati angka 1 menunjukkan bahwa model kinetika orde dua semu lebih sesuai untuk menjelaskan kinetika adsorpsi fluorida pada tanah liat teraktivasi daripada model kinetika orde satu semu.

Tabel 2. Parameter data kinetika adsorpsi

	Model Orde Satu Semu		Model Orde Dua Semu
q_e (mg/g)	0,406	q_e (mg/g)	0,406
k_1 (1/min)	0,067	k_2 (1/min)	0,822
R^2	0,809	R^2	0,988

KESIMPULAN

Hasil percobaan menunjukkan bahwa penyerapan fluorida maksimal sebesar 45% dengan waktu kesetimbangan tercapai pada waktu 20 menit. Model kinetika orde dua semu lebih sesuai untuk menjelaskan kinetika adsorpsi fluorida pada tanah liat teraktivasi daripada model kinetika orde satu semu dengan nilai R^2 sebesar 0,988.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Dissanayake, C.B., 1991, The Fluoride Problem in The Groundwater of Srilanka-Environmental Management and Health, *Intern. J. Environmental Studies*, 38, 137-156.
- [2] Rao, N., 2003, Fluoride and Environmental – A Review, *Proceedings of the Third International Conference on Environmental and Health*, 386-399.
- [3] Dysart, A., 2008, Investigation of Defluoridation Options for Rural and Remote Communities, *Research Report 41: Cooperative Research Centre for Water Quality and Treatment*, Australia : Salisbury SA 5108.
- [4] Habuda-Stanic, M., Ravancic, M.E., Flanagan, A., 2014, A Review on Adsorption of Fluoride from Aqueous Solution. *Journal of Materials*. No. 7, 6317-6366.
- [5] Lonare, R., Inam, F., dan Deo, S., 2009, Clean Up of Fluoride Rich Effluent by the China Clay. *Asian Journal of Chemistry*, 23, 59-62.
- [6] Vhahangwele, M., Mugeru, G.W., dan Tholiso, N., 2014, Defluoridation of Drinking Water using Al^{3+} -modified Bentonit Clay: Optimization of Fluoride Adsorption Condition. *Toxicological & Environmental Chemistry*, 96, 1294-1309.
- [7] Gogoi, P.K., dan Baruah, R., 2008, Fluoride Removal from Water by Adsorption on Acid Activated Kaolinite Clay. *Indian Journal of Chemical Technology*. 15, 500-503.
- [8] Kim, J.H., Lee, C.G., Park, J.A., Kang, J.K., Choi, N.C., dan Kim, S.B., 2013, Use of Pyrophyllite Clay for Fluoride Removal from Aqueous Solution, *Desalination and Water Treatment*, 51, 3408-3416.

- [9] Ho, Y.S., dan McKay, G., 1999, Pseudo-second Order Model for Sorption Processes, *Process Biochemistry*, 34, 451-465.
- [10] Sari, T.I, Muhsin, dan Wijayanti, H., 2016, Pengaruh Metode Aktivasi Pada Kemampuan Kaolin Sebagai Adsorben Besi (Fe) Air Sumur Garuda. *Jurnal Konversi*, 5(2).
- [11] Nufida, B.A., Kurnia, N., dan Kurniasih, Y., 2014, Aktivasi Tanah Liat Dari Tanak Awu Secara Asam Dan Penggunaannya Sebagai Adsorben Untuk Pemurnian Minyak Goreng Bekas, *Prosiding Seminar Nasional Kimia FMIPA UNS*, ISBN : 978-602-0951-00-3.

KONVERSI LIMBAH PLASTIK KEMASAN MAKANAN RINGAN MENJADI BRIKET

Erlinda Ningsih^{1*}, Kartika Udyani², Siti Afifa³, Nur Khamidah⁴

^{1,2,3,4}Teknik Kimia, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya (ITATS), 60117, Surabaya

*E-mail : erlindaningsih84@gmail.com¹; raiya1904@gmail.com²

INTISARI

Penggunaan plastik sebagai pembungkus makanan sudah menjadi pemandangan yang umum dan sangat menguntungkan. Data di lapangan menunjukkan sampah yang menumpuk hampir 90 persen merupakan plastik. Solusi yang tepat untuk menanggulangi sampah plastik mulai dikembangkan. Briket merupakan bahan bakar yang berasal dari biomassa pertanian, perhutanan, dan limbah. Salah satu alternatif solusi mengurangi sampah plastik adalah mengolah limbah plastik tersebut menjadi briket. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengkaji konversi limbah plastik makanan ringan melalui analisa proksimat. Pembuatan briket dari limbah plastik kemasan makanan ringan dengan dilakukan proses pemanasan, size reduction yaitu arang yang didapatkan dihancurkan pada mesh (40, 60, dan 100), perekatan dengan menggunakan tepung tapioka, pemekatan dan briket yang dihasilkan dilakukan analisa proksimat. Berdasarkan hasil analisa proksimat, briket yang dihasilkan memenuhi standar SNI Briket Arang 01-6235-2000 dan memiliki Nilai kalor sebesar 9343,536 kal/gr.

Kata Kunci: *plastik, briket, konversi, pembungkus, ringan*

ABSTRACT

The use of plastic as a food wrap has become a common and very beneficial sight. The data in the field shows that garbage that accumulates almost 90 percent is plastic. The right solution to overcome plastic waste is being developed. Briquettes are fuels that come from agricultural, forestry, and waste biomass. One alternative solution to reduce plastic waste is processing the plastic waste into briquettes. The purpose of this study is to examine the conversion of plastic snack foods through proximate analysis. Making briquettes from plastic food packaging waste by heating process, size reduction, charcoal obtained was crushed in mesh (40, 60 and 100), gluing using tapioca flour, concentration and briquettes produced were carried out proximate analysis. Based on the proximate analysis, the briquettes produced meet SNI Charcoal Briquette standards 01-6235-2000 and have a heating value of 9343,536 kal/gr.

Keywords: *plastic, briquettes, conversion, wrapping, light*

PENDAHULUAN

Dalam industri makanan penggunaan plastik sebagai pembungkus makanan sudah menjadi pilihan utama dibandingkan pembungkus alami yang lainnya. Penggunaan plastik sebagai pembungkus makanan dinilai lebih praktis, efisien dan murah. Berdasarkan hal ini menyebabkan meningkatnya sampah plastik. Sampah plastik ini sulit

diurai dan membutuhkan waktu ratusan tahun sehingga dapat merusak ekosistem lingkungan [1].

Volume sampah plastik yang semakin meningkat dan kemampuan tempat pembuangan sampah yang memiliki keterbatasan, sehingga limbah plastik ini mengalami penumpukan hampir 90% dan menjadi masalah lingkungan yang berat [2].

Pemanfaatan plastik jenis LDPE dapat meningkatkan nilai kalor briket yang terbuat dari campuran plastik LDPE tempurung kelapa dan cangkang sawit yaitu 8363 kal/gr untuk penambahan 40% dan 7079,5 kal/gr untuk penambahan 10% [3].

Plastik memiliki nilai kalor yang tinggi. Salah satu jenis plastik yaitu HDPE memiliki nilai kalor sebesar 46.400 kJ/kg [4]. Berdasarkan sifat tersebut, maka salah satu peluang untuk mengatasi jumlah limbah plastik yang tinggi adalah dengan mendaur ulang plastik menjadi briket.

Briket merupakan salah satu bahan bakar alternatif yang terbuat dari biomassa, baik itu limbah organik, limbah perkotaan, dan limbah industri [5]. Berdasarkan uraian di atas maka penelitian ini bertujuan untuk mengkaji konversi limbah plastik makanan ringan melalui analisa proksimat yang berpotensi besar dijadikan briket sebagai bahan bakar alternatif yang ramah lingkungan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini mengkaji tentang pengaruh ukuran partikel arang terhadap hasil analisa proksimat (kadar air, kadar abu, kadar karbon terikat, nilai kalor, dan *volatile matter*) pada limbah plastik kemasan makanan ringan.

Bahan dan Peralatan

Bahan plastik yang digunakan limbah kemasan makanan ringan dan perekat yang digunakan adalah tepung tapioka [6], berdasarkan kajian sebelumnya yaitu tepung tapioka merupakan perekat yang menghasilkan briket yang memiliki nilai kalor tertinggi yaitu 6000 kal/gr, dibandingkan dengan jenis perekat yang lain.

Peralatan yang digunakan *furnace*, oven, loyang, cawan porselen, penumbuk, gunting.

Metode Penelitian

Tahapan awal dari penelitian ini adalah mencuci limbah plastik kemasan makanan ringan agar bersih dari bekas makanan yang menempel. Limbah plastik yang sudah bersih dikeringkan dan dipotong-potong kecil untuk mempermudah proses pembakaran.

Potongan limbah makanan ringan ini dibakar dalam *furnace* pada suhu 280 °C dalam waktu 60 menit. Arang yang terbentuk dari proses pembakaran dilakukan pengurangan ukuran sesuai variabel (40, 60, dan 100 mesh).

Arang plastik yang dikecilkan direkatkan dengan perekat tepung tapioka yang sudah diencerkan dengan perbandingan 1:5. Hasil pencampuran tersebut dicetak dan dilakukan pengepres dengan alat pengepres. Langkah selanjutnya adalah mengeringkan briket. Briket yang dihasilkan dianalisa proksimat yaitu: kadar air, kadar abu, kadar zat uap, kadar *fixed carbon*, lama waktu bakar dan nilai kalor. Untuk pengolahan data hasil dari analisa proksimat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

Kadar abu

$$\% \text{kadar abu} = \frac{\text{berat abu}}{\text{berat sampel}} \times 100\%$$

Kadar air

$$\% \text{kadar air} = \frac{\text{berat yang hilang}}{\text{berat sampel}} \times 100\%$$

Kadar volatil

$$\% \text{kadar volatil} = \frac{\text{berat yang hilang}}{\text{berat sampel}} \times 100\%$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil keseluruhan dari analisa proksimat disimpulkan bahwa briket sudah memenuhi standar SNI. Hasil analisa proksimat briket dari limbah plastik makanan ringan untuk mengetahui pengaruh ukuran partikel arang yaitu 40, 60, dan 100 mesh disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil analisa proksimat briket dari limbah plastik makanan ringan

No	Parameter	SNI	40 mesh	60 mesh	100 mesh
1.	Kadar Air (%)	≤ 8	3,98	5,5	6,5
2.	Kadar Abu (%)	≤ 8	3,96	5,81	7,15
3.	Kadar Zat Menguap (%)	≤ 15	12	13,59	10,57
4.	Waktu Bakar (menit)	-	10,25	8,48	9,2
5.	Kadar Karbon Terikat (%)	-	80,06	75,1	75,78
6.	Nilai Kalor (kal/gram)	≥ 5000		9343,53	

Pada Tabel 1 menunjukkan bahwa hasil analisa proksimat keseluruhan menunjukkan memenuhi Standar Mutu Briket Arang (SNI No. 1/6235/2000).

Kadar Air

Kadar air merupakan parameter penting untuk menunjukkan kualitas briket. Berdasarkan Tabel 1 dan Gambar 1(a) menghasilkan hipotesa umum bahwa semakin besar ukuran mesh. Hipotesa ini sama dengan yang dilakukan [7] bahwa kadar air menentukan kualitas briket.

Kadar air mempengaruhi kualitas briket, di mana semakin banyak kandungan air maka kualitas briket rendah. Hal ini karena akan menyebabkan menurunkan nilai kalor briket tersebut. Menurut Standar Mutu Briket Arang (SNI No. 1/6235/2000), hasil analisa proksimat sudah memenuhi yaitu ≤ 8 .

Kadar Abu

Kadar abu menunjukkan jumlah mineral yang tidak terbakar pada proses pembakaran [1]. Kadar abu berdasarkan Gambar 1(b) diperoleh ≤ 8 , artinya sudah memenuhi standar mutu briket. Briket yang terbuat dari plastik memiliki kadar

abu lebih rendah dibandingkan dengan briket dari batu bara *fine coal* [5].

Kadar Volatile Matter

Kadar zat menguap adalah banyaknya zat yang menguap pada saat proses pembakaran. Analisa proksimat pada Gambar 1(c) menunjukkan masih di bawah Standar Mutu Briket yaitu ≤ 15 . Plastik merupakan senyawa yang memiliki rantai karbon yang panjang. Semakin panjang rantai karbon maka meningkatkan kadar *volatile matter* [5].

Kadar Fixed Carbon

Kadar *fixed carbon* berbanding terbalik dengan kadar *volatile matter*. Pada Gambar 1(d) menunjukkan tren yang tidak beraturan, sehingga dapat disimpulkan ukuran partikel tidak mempengaruhi kadar *fixed carbon*. Kadar *fixed carbon* yang diperoleh ada pada *range* 75–80 %.

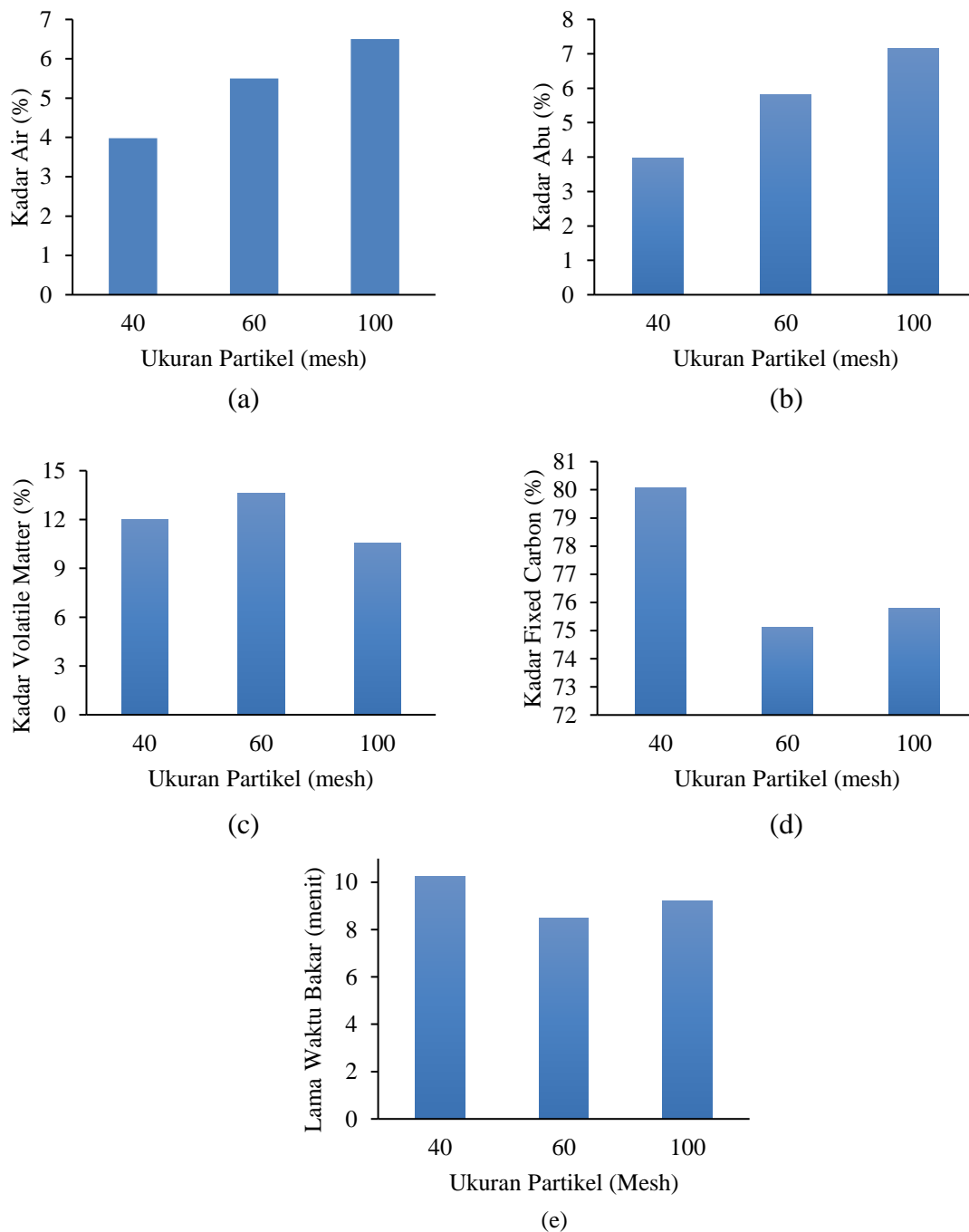
Lama Waktu Bakar

Nilai ekonomis dari suatu briket dapat ditunjukkan dengan lama waktu bakar, artinya suatu briket yang memiliki waktu bakar lebih lama maka penggunaannya lebih hemat. Gambar 1(e) menunjukkan bahwa semakin kecil ukuran mesh maka waktu bakarnya lebih lama.

Nilai Kalor

Pengujian nilai kalor dilakukan pada memilih satu titik terbaik. Titik terbaik ini berdasarkan kesimpulan analisa proksimat yaitu pada ukuran partikel 100 mesh. Dari pengujian didapatkan bahwa nilai kalornya sebesar 9343,53 kal/g, sehingga plastik berpotensi menggantikan batu bara dan dapat mengatasi masalah limbah lingkungan.

Besarnya nilai kalor briket dari plastik disebabkan oleh plastik memiliki rantai karbon yang panjang sehingga energi yang dihasilkan semakin tinggi [5].



Gambar 1. Grafik hubungan antara ukuran partikel dan a) kadar air, b) kadar abu, c) kadar *volatile matter*, d) kadar *fixed carbon*, dan e) lama waktu bakar

KESIMPULAN

Berdasarkan analisa proksimat dan pengolahan data, penelitian ini menyimpulkan bahwa :

- (1) Limbah plastik kemasan makanan ringan berpotensi untuk menggantikan briket.
- (2) Ukuran partikel berpengaruh pada hasil analisa proksimat.
- (3) Briket yang dihasilkan memenuhi standart SNI dan briket terbaik memiliki nilai kadar air 6,5%; kadar abu 7,15%; kadar zat menguap

10,57%; kadar karbon terikat 75,78% untuk ukuran 100 mesh.

- (4) Briket dari limbah kemasan makanan ringan memiliki nilai kalor sebesar 9343,53 kal/g.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Mirwan, M., dan P, A.D., 2016, Pemanfaatan Sampah Plastik dan Abu Dasar Batu Bara (*Bottom Ash*) Menjadi Briket, Seminar Nasional Sains dan Teknologi Lingkungan II, Padang, e-ISSN 2541-3880.
- [2] Gug, J., Cacciola, D., dan Sobkowicz, M.J., 2014, Processing and Properties of A Solid Energy Fuel from Municipal Solid Waste (MSW) and Recycled Plastic, *Waste Management*, 35, 283-292.
- [3] Asip, F., Anggun, T., dan Fitri, N., 2014, Pembuatan Briket dari Campuran Limbah Plastik LDPE, Tempurung Kelapa dan Cangkang Sawit, *Journal of Chemical Engineering Sriwijaya University*, 20(2).
- [4] Anggraini, R.S., 2010, Eko-Briket dari Komposit Sampah Plastik High Density Polyethylene (HDPE) dan Arang Sampah Kebun. <http://digilib.its.ac.id/public/ITS-Undergraduate-10096-Paper.pdf>.
- [5] Sawir, H., 2016, Pemanfaatan Sampah Plastik Menjadi Briket Sebagai Bahan Bakar Alternatif dalam Kiln di Pabrik PT. Semen Padang, *Jurnal Sains dan Teknologi*, 16 (1), 1-113, ISSN 1412-5455.
- [6] Ningsih, E., Mirzayanti, Y.W., Himawan, H.S., dan Indriani, H.M., 2016, Pengaruh Jenis Perekat pada Briket dari Kulit Buah Bintaro terhadap Waktu Bakar, *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan", Pengembangan Teknologi Kimia untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia*, Yogyakarta, ISSN 1693-4393.
- [7] Ningsih, E., Mirzayanti, Y.W., dan Parama, M.A., 2017, Pengaruh Komposisi Kulit Durian dan Kulit Pisang Terhadap Nilai Kalor Sebagai Briket Bioarang, *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan", Pengembangan Teknologi Kimia untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia*, Yogyakarta, ISSN 1693-4393.

ANALISIS INDEKS PENCEMARAN AIR LAUT DENGAN PARAMETER LOGAM Cu DAN Pb DI KAWASAN WISATA RAJA AMPAT PAPUA BARAT

Muhammad Taufiq T^{1*}, Yusnita Lagoa²

¹Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sorong, 98416, Sorong

²Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Sorong, 98416, Sorong

*E-mail : taufiqthahirm@gmail.com

INTISARI

Telah dilakukan penelitian tentang analisis indeks pencemaran air laut di kawasan wisata Raja Ampat Papua Barat dengan menggunakan parameter logam berat Cu dan Pb. Penelitian bertujuan agar dihasilkan informasi kondisi perairan di Raja Ampat. Informasi ini dapat memastikan sustainability kawasan di masa mendatang. Analisis menggunakan instrumen AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*). Titik sampel tersebar di 5 lokasi yaitu Sapokren, Saleo, Waiwo, Pelabuhan Waisai dan Pelabuhan Ikan Waisai yang berturut-turut ditandai dengan lokasi I, II, III, IV dan V. Pada parameter logam Cu, lokasi I ditemukan yaitu sebesar 0,62 mg/L yang telah melewati ambang baku mutu sedangkan lokasi II, III, IV, dan V tidak ditemukan adanya logam pencemar Cu. Selanjutnya untuk logam Pb; konsentrasi logam pencemar ditemukan di 4 lokasi yaitu lokasi I, II, III dan IV berturut-turut sebesar 2,99 mg/L, 1,76 mg/L, 1,27 mg/L dan 0,23 mg/L. Pada lokasi V tidak ditemukan kandungan logam Pb. Semua data baku mutu dimasukkan ke persamaan indeks pencemaran sesuai dengan panduan dari KepmenLH no 115 tahun 2003. Data menunjukkan bahwa hanya 1 lokasi yang masih masuk kategori baik yaitu lokasi V, selebihnya lokasi I, II, III dan IV telah masuk dalam kategori daerah tercemar logam berat Cu dan Pb dengan tingkat pencemaran yang variatif dari ringan, sedang sampai berat.

Kata Kunci: baku mutu air laut, indeks pencemar, logam, AAS, Raja Ampat

ABSTRACT

Research has been conducted on the analysis of seawater pollution index in the Raja Ampat tourism park of Papua Barat by using Cu and Pb concentration as parameters. The research aims to produce information on water conditions in Raja Ampat. Those information can ensure the sustainability of this area in the future. AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*) instrument was used to perform water samples analysis. Samples taken from five locations, namely Sapokren, Saleo, Waiwo, Waisai Harbour and Waisai Fish Harbour, which were respectively marked with area I, II, III, IV and V. For Cu parameter; area I was found, which was 0.62 mg/L which had exceeded the quality standard, while area II, III, IV, and V were not existed Cu. Furthermore for Pb; the concentration of heavy metals founded in four locations, area I, II, III and IV; 2,99 mg/L, 1,76 mg/L, 1,27 mg/L and 0,23 mg/L respectively. Other while area V was not found Pb concentration. All quality standard data were entered into the pollution index equation in accordance with the guidelines of KepmenLH No. 115 of 2003. The data showed that only one area was still in the good category, area V, the remaining area I, II, III and IV were included in the category of metal contaminated areas of Cu and Pb with varied levels of pollution beginning at low, middle to high.

Keywords: seawater quality, pollutant index, metals, AAS, Raja Ampat

PENDAHULUAN

Kawasan wisata Raja Ampat yang masuk dalam kawasan konservasi perairan telah membawa efek yang positif bagi laju perkembangan daerah. Tahun 2000 terdapat lebih dari 2400 kapal asing yang beroperasi di kawasan perairan Raja Ampat, baik untuk keperluan penangkapan ikan atau untuk keperluan wisata [1]. Kawasan wisata Raja Ampat yang merupakan kawasan *world heritage* telah memberikan keuntungan yang besar bagi pemerintah kabupaten Raja Ampat. Perairan yang berada di kawasan Raja Ampat mempunyai keanekaragaman hayati karang tertinggi di dunia, berupa aspek ikan, molusca, serta jenis dan kondisi karangnya [2].

Peningkatan pembangunan dan volume kapal yang beroperasi di kawasan wisata dunia Raja Ampat tentunya membawa perubahan pada ekosistem lautnya. Pencemaran air laut dapat diakibatkan oleh beberapa faktor seperti aktivitas manusia, transportasi, energi, perikanan, dan lain-lain [3].

Meningkatnya kegiatan industri berpotensi meningkatkan penggunaan logam dan meningkatnya penimbunan logam di daerah pesisir dan lautan, sehingga konsentrasi logam pada pesisir dan laut perlu dipantau terus-menerus [4]. Logam berat Hg, Pb, Cu, As, Cr dan Cd termasuk logam berat kategori limbah Bahan Berbahaya Beraacun (B3) [5].

Meningkatnya kegiatan industri berpotensi meningkatkan penggunaan logam dan meningkatnya penimbunan logam di daerah pesisir dan lautan, sehingga konsentrasi logam pada pesisir dan laut perlu dipantau terus-menerus. Aktivitas manusia seperti pelayaran, pelabuhan nelayan, tempat pelelangan ikan dan industri di daerah pesisir diperkirakan memakai bahan-bahan yang mengandung logam berat. Logam dinyatakan polutan atau pencemar yang sangat toksik karena logam bersifat tidak

dapat terurai, banyak bahan pencemar logam yang digunakan oleh industri seperti raksa (Hg), kromium heksavalen (Cr(VI)), arsen (As), kadmium (Cd), tembaga (Cu), Timbal (Pb), Seng (Zn) dan Nikel (Ni) [4].

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui indeks pencemaran (IP) logam berat Cu dan Pb di 5 titik sampel di Raja Ampat. Indeks pencemaran digunakan untuk menentukan tingkat pencemaran relatif terhadap parameter kualitas air yang diizinkan. Hasil dari indeks pencemaran ini dapat memberikan masukan kepada pengambil keputusan agar dapat menilai kualitas badan air untuk suatu peruntukan serta dalam memperbaiki kualitas jika terjadi penurunan kualitas akibat kehadiran senyawa pencemar [6].

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Penelitian ini akan berlokasi di kawasan wisata Raja Ampat, Kabupaten Raja Ampat, Provinsi Papua Barat. Pengamatan dan pengambilan sampel akan difokuskan di kota Waisai; ibukota Raja Ampat sebanyak 5 lokasi.



Gambar 1. Peta Lokasi Sampling

Kelima lokasi tersebut terlihat pada gambar 1 serta keterangan lokasi pada tabel 1 sebagai berikut:

Tabel 1. Lokasi pengambilan sampel

Lokasi	Daerah
I	Sapokren
II	Saleo
III	Waiwo
IV	Pelabuhan Waisai
V	Pelabuhan Ikan Waisai

Bahan dan Alat Penelitian

Bahan penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya: HNO₃, HCl, akuades, *plastic wrap*, indikator universal, botol sampel polietilen, *ice box* sampel.

Alat penelitian

Adapun alat yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya; (AAS), thermometer, pH meter, pipet ukur, gelas ukur, corong gelas.

Pengambilan Sampel

Sampel air laut diambil dengan botol sampel polietilen ukuran 500 ml dari kedalaman 30-50 cm, karena pada kedalaman ini dianggap cukup mewakili homogenitas vertikal dispersi polutan dan menghindari efek permukaan [4]. Sampel yang diambil, selanjutnya diberi beberapa tetes HNO₃ sampai pH < 2. Perlakuan ini mencegah logam teroksidasi, mengendap atau menempel di dinding atau dasar wadah. Sampel air dalam botol kemudian dimasukkan ke dalam *ice box* dan disimpan dalam lemari pendingin. Pada waktu menjelang analisis, sampel dikeluarkan dari lemari pendingin dan dibiarkan sampai kembali ke suhu ruangan, dikocok, dan selanjutnya dipreparasi untuk dianalisis kandungan logam beratnya dengan menggunakan AAS [4][7][8][9].

Analisis Laboratorium dan Penentuan Indeks Pencemaran

Sampel air laut dianalisis kandungan logam Cu dan Pb menggunakan AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*) di Laboratorium Kimia FMIPA Universitas Indonesia.

Hasil dari AAS yang menggambarkan konsentrasi logam kemudian ditentukan status mutu air lautnya berdasarkan ambang baku mutu dari KepmenLH nomor 51 Tahun 2004. Penentuan nilai

indeks pencemaran (IP) mengikuti persamaan (1);

$$IP = \sqrt{\frac{\left(\frac{Ci}{Li}\right)_R^2 + \left(\frac{Ci}{Li}\right)_M^2}{2}} \quad (1)$$

yang selanjutnya ditentukan kategori pencemarannya berdasarkan KepMenLH No. 115 Tahun 2003.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Uji Laboratorium

Analisis diadakan pada 5 lokasi pengambilan sampel meliputi Sapokren, Saleo, Waiwo, Pelabuhan Waisai dan Pelabuhan Ikan Waisai. Data hasil sampling diuji di Laboratorium Kimia Universitas Indonesia menggunakan metode AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*) ditampilkan pada tabel 2 sebagai berikut.

Tabel 2. Data AAS untuk parameter logam Cu dan Pb di perairan Raja Ampat

Paramet er logam	Kandungan logam (mg/L)					Baku mutu air laut
	I	II	III	IV	V	
Pb	2,9 9	1,7 6	1,2 7	0,2 3	ttd *	¹ 0,05/ ² 0,0 05
Cu	0,6 2	ttd	ttd	ttd	ttd	¹ 0,05/ ² 0,0 05

Keterangan:

* : tidak terdeteksi (ttd) karena di bawah nilai LOD (Pb; 0,045 mg/L dan Cu; 0,017 mg/L).

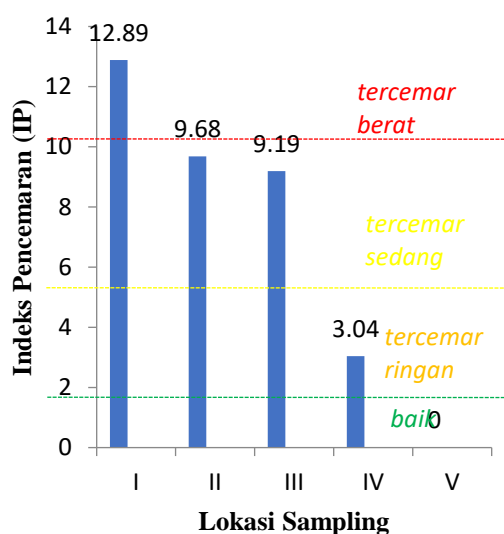
¹ : baku mutu air laut untuk peruntukan pelabuhan [10]

² : baku mutu air laut untuk peruntukan wisata bahari [10]

Perhitungan Indeks Pencemaran

Evaluasi terhadap indeks pencemaran air mengikuti penilaian yang telah dimuat dalam KepmenLH no. 115 tahun 2003 yaitu:

- $0 \leq IP \leq 1,0$ = memenuhi baku mutu (baik)
- $1,0 < IP \leq 5,0$ = tercemar ringan
- $5,0 < IP \leq 10$ = tercemar sedang
- $IP \geq 10$ = tercemar berat



Gambar 1. Grafik Indeks Pencemaran (IP) di kawasan Raja Ampat.

Pembahasan

Baku mutu air laut di kawasan Raja Ampat

Pada Tabel 2 dapat dilihat bahwa baku mutu air laut di kawasan Raja Ampat variatif berdasar lokasinya. Tembaga hanya ditemui di 1 lokasi sampel saja yaitu di lokasi I (Sapokren) sebesar 0,62 mg/L. Kadar ini melewati ambang baku mutu air untuk Cu yang hanya sebesar 0,05 mg/L. Selanjutnya untuk timbal, ditemukan di hampir semua lokasi kecuali lokasi ke V (Pelabuhan Ikan). Keempat lokasi mulai dari lokasi I sampai ke IV positif mengandung logam timbal yang kadarnya melewati standar baku mutu air yaitu hanya sebesar 0,005 mg/L.

Keberadaan logam Cu dan Pb di kawasan perairan dapat berasal dari berbagai sumber. Terdapat 15 sumber bahan pencemar yang masuk ke lingkungan laut. Sebagian besar merupakan aktivitas makhluk hidup di daratan yang masuk ke laut [11].

Secara umum kegiatan di daratan yang berpotensi mencemari lingkungan di daerah laut atau pesisir diantaranya; penebangan hutan, buangan limbah industri, buangan limbah pertanian, reklamasi, konversi lahan mangrove.

Sedangkan aktivitas di laut yang berpotensi mencemari lingkungan pesisir dan laut diantaranya aktivitas perkapalan, dumping di laut, eksplorasi dan eksploitasi pertambangan lepas pantai serta budidaya laut/perikanan [12].

Keberadaan logam seperti Cu dan Pb di lautan bisa disebabkan salah satu atau lebih dari beberapa hal yang dituliskan di atas. Kawasan Raja Ampat sebagai kawasan wisata menjadikan kawasan ini mengalami peningkatan arus dan aktivitas kapal seiring semakin terkenalnya wisata di daerah ini. Cat kapal yang mengandung logam Pb [13]; bahan bakar kapal yang mengandung timbal [14]; aktivitas manusia di sekitar kawasan wisata pantai [15] adalah beberapa aktivitas yang patut diduga sebagai pencetus keberadaan logam Pb di kawasan Raja Ampat.

Begitupun dengan keberadaan logam tembaga yang menurut penelitian yang pernah dilakukan Esteria mengungkapkan bahwa akumulasi logam Cu di perairan laut bisa disebabkan oleh aktivitas manusia, wisatawan dan transportasi laut di kawasan tersebut. Sumber logam berat berupa Cu di dalam air laut bisa berasal dari bahan cat anti karat pada badan kapal serta bahan pengawet kayu untuk kapal berbahan kayu [16].

Beberapa hal tersebut patut diduga menjadi penyebab keberadaan logam Cu dan Pb di kawasan Raja Ampat.

Indeks pencemaran logam Cu dan Pb di kawasan Raja Ampat.

Pada Gambar 1 dapat dilihat bahwa dari 5 lokasi pengambilan sampel, hanya 1 lokasi yaitu lokasi ke V (pelabuhan ikan) yang masuk dalam kategori baik atau memenuhi baku mutu air laut. Selebihnya kondisi perairan di sekitaran Raja Ampat khususnya di wilayah Waisai telah tercemar logam berat mulai dari skala ringan sampai skala berat.

Jika dikaitkan dengan data dari baku mutu air untuk logam Cu dan Pb maka

logam Pb memberikan kontribusi terbesar bagi tercemarnya 4 lokasi tersebut. Lokasi terparah yang masuk dalam kategori tercemar berat adalah lokasi I (Sapokren). Lokasi I, II, III merupakan peruntukan kawasan wisata bahari sedangkan lokasi IV merupakan peruntukan pelabuhan.

Lokasi ke V yang masuk dalam kategori baik merupakan peruntukan untuk kawasan pelabuhan. Lokasi ini tempat keluar masuk kapal nelayan. Namun lokasi pengambilan sampel di daerah muara yang bukan merupakan pusat aktivitas bongkar muat nelayan hanya daerah perlintasan saja. Pengambilan sampel sedimen sebenarnya dapat memberikan data yang lebih akurat lagi tentang kondisi yang sebenarnya di lokasi tersebut.

Aktivitas masyarakat yang terkait dengan rumah tangga, transportasi laut, dan pariwisata patut diduga memberikan efek terbesar dalam penurunan kualitas air di kawasan Raja Ampat.

KESIMPULAN

Dari hasil dan pembahasan sebagai kesimpulan terhadap kawasan perairan Raja Ampat sebagai berikut; Indeks Pencemaran untuk parameter logam Cu dan Pb di kawasan Raja Ampat telah masuk dalam kategori tercemar; berat pada lokasi I, sedang pada lokasi III dan II, ringan pada lokasi IV, sedangkan lokasi ke V masih masuk dalam kategori baik atau memenuhi baku mutu air laut.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini berjalan dengan pendanaan dari Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi tahun anggaran 2018 sesuai dengan Surat Keputusan Nomor 3/E/KPT/2018 dan Perjanjian/Kontrak Nomor 051/B-130/LPPM/2018.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Direktorat Pengelolaan Ruang Laut KKP, 2017, Data Kawasan Konservasi Raja Ampat. <http://kkji.kp3k.kkp.go.id/index.php/basisdata-kawasan-konservasi/details/1/128>, Diakses tanggal 28 April 2017.
- [2] Larsen, S.N., Leisher, C., Mangubhai, S., Muljadi, A., dan Tapilau, R., 2011, *Laporan Penilaian Desa Pesisir di Kabupaten Raja Ampat Papua Barat Indonesia*. The Nature Conservancy 3/11. Bali.
- [3] Direktorat Pengendalian Pencemaran dan Kerusakan Pesisir Dan Laut Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2016, *Pemantauan Kualitas Air Laut*, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, Jakarta.
- [4] Damaianto, B., dan Ali, M., 2014, Indeks Pencemaran Air Laut Pantai Utara Kabupaten Tuban dengan Parameter Logam, *Jurnal Teknik Pomits*, 3(1), 1-4.
- [5] Darmono, 2001, *Lingkungan Hidup dan Pencemaran; Hubungannya dengan Toksikologi Senyawa Logam*, UI Press, Jakarta.
- [6] Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup, 2003, Pedoman Penentuan Status Mutu Air, Kementerian Lingkungan Hidup, Jakarta.
- [7] Taufiq, T., dan Muhammad, 2017, Adsorpsi Emas (III), Tembaga (II), Nikel (II) pada Magnetit Terlapis Hibrida Amino Silika (MHAS). *Tesis*. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- [8] Siaka, I.M., 2008, Korelasi Antara Kedalaman Sedimen di Pelabuhan Benoa dan Konsentrasi Logam Berat Pb dan Cu, *Jurnal Kimia*, 2(2), 61-70.
- [9] Badan Standarisasi Nasional, 2004, *Cara Uji Timbal (Pb) dengan*

-
- Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)-Nyala*. SNI 06-6989.8-2004
- [10] Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup, 2004, Penetapan Baku Mutu Air Laut dalam Himpunan Peraturan di Bidang Lingkungan Hidup, Kementerian Lingkungan Hidup, Jakarta.
- [11] Mukhtasor, 2002, *Pencemaran Pesisir dan Laut*, PT Pradnya Paramita, Jakarta.
- [12] Misran, 200, . Aplikasi Teknologi Berbasis Membran dalam Bidang Bioteknologi Kelautan, *Laporan Penelitian*, Program Teknik Kimia Fakultas Teknik USU, Medan.
- [13] Rusli, A., 2015, *Pengujian Kuantitatif Kandungan Logam Dalam Cat Dengan Teknik Radiografi Sinar X*, Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat, Bandung.
- [14] Chen, C.W., Kao, C.M, Chen, C.F, Dong, C.D., 2007, Distribution and Accumulation of Heavy Metals In Sediments of Kaoshiung Harbor, *Chemosphere*, 6, 431-1440.
- [15] Rizkiana, Latifa., Karina, Sofyatuddin., dan Nurfadillah, 2015, Analisis Timbal (Pb) pada Sedimen dan Air Laut di Kawasan Pelabuhan Nelayan Gampong Desa Glumpang Kota Banda Aceh. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan dan Perikanan Unsyiah*. 2(1): 89-96
- [16] Esteria Y.Y., Amin, Bintal., Yoswaty, dan Dessy. *Analisis Kandungan Logam Pb, Cu, Zn pada Air Laut dan Siput Cerithidea Montagnei di Perairan Pantai Desa Gemuruh Pulau Kundur Kabupaten Karimun Provinsi Kepulauan Riau*. <http://media.neliti.com/media/publications/185266-ID-none.pdf> diakses pada tanggal 20 Agustus 2018

KANDUNGAN KAFEIN MINUMAN KAHWA DAUN DARI *COFFEA CANEPHORA* DENGAN VARIASI CARA PENYEDUHAN

Rilma Novita^{1*}, Anwar Kasim², Tuty Anggraini², Deddi Prima Putra³

¹Mahasiswa Pascasarjana Program Doktor Ilmu-ilmu Pertanian Universitas Andalas,
Jurusan Teknologi Pertanian Politeknik Pertanian Negeri Payakumbuh, 26271, Payakumbuh

²Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Andalas, 25163, Padang

³Fakultas Farmasi Universitas Andalas, 25163, Padang

*E-mail : rilma.novita@yahoo.com

INTISARI

Minuman kahwa daun adalah minuman yang terbuat dari daun kopi yang diolah dengan proses pengolahan tradisional yang hanya ditemukan di Sumatera Barat. Daun kopi yang digunakan dapat berasal dari jenis kopi arabika (*Coffea arabica*) dan robusta (*Coffea canephora*). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan kafein yang terdapat dalam minuman kahwa daun dengan variasi cara penyeduhan. Penyeduhan dilakukan terhadap daun kahwa dengan ukuran serbuk 80 mesh melalui 3 cara yaitu 1) penyeduhan biasa (daun kahwa diseduh dengan air panas suhu 85-90°C selama 5 menit), 2) penyeduhan diiringi perebusan (daun kahwa dicampurkan ke dalam air mendidih, dimasak selama 5 menit), 3) perebusan (air dan daun kahwa dimasak selama 5 menit). Pengukuran kafein menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Kandungan kafein minuman dihitung dengan persamaan kurva standard kafein murni. Dengan variasi cara penyeduhan diperoleh kandungan kafein dalam minuman kahwa daun berkisar antara 10,97 - 18,82 mg/L. Kandungan kafein rata-rata tertinggi terdapat pada minuman kahwa daun yang diseduh dengan cara perebusan.

Kata Kunci: kafein, minuman kahwa, daun kopi, perebusan, penyeduhan

ABSTRACT

Kahwa daun beverage is made of coffee leaves that are produced by traditional processing in West Sumatera. Coffee leaves of *Coffea arabica* or *Coffea canephora* could be used in producing of herbal tea. This research was conducted to determine the caffeine content of Kahwa daun beverage. The beverage was made by using 3 ways, 1) brewing, 2) brewing and concocting, and 3) concocting. The UV/Vis spectrophotometric method was used for the quantitative analysis of caffeine in different samples of kahwa daun beverage. Firstly, a pure caffeine was prepared to draw a calibration curve. The concentration of samples was read from the calibration graph. The result showed that caffeine content in kahwa daun beverage was in range 10,97- 18,82 mg/L. The highest amount of caffeine was present in concocting way.

Keywords: caffeine, kahwa beverage, coffee leaves, concocting, brewing

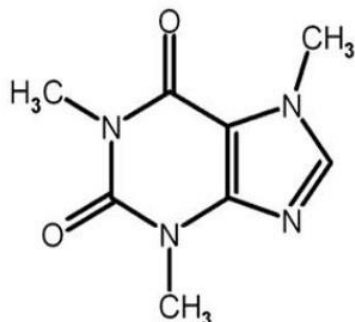
PENDAHULUAN

Kafein ialah alkaloid yang tergolong dalam keluarga *methylxanthine* dengan rumus kimia C₈ H₁₀ O₂, dan struktur kimianya 1,3,7- *trimetilxantin*. Kafein merupakan serbuk putih yang pahit yang secara alamiah terdapat dalam biji kopi,

daun teh, daun mete, biji kola, biji coklat dan beberapa minuman penyegar [1][2].

Teh dan kopi memiliki kandungan kafein yang berbeda. Kandungan kafein pada kopi hitam yang diseduh biasa berkisar antara 95-165 mg/8 fl oz atau 95-165 mg/237 ml atau setara dengan 400.8-696 mg/L. Sementara itu

kandungan kafein teh yang diseduh biasa berkisar antara 25-48 mg/8 fl oz atau 25-48 mg/237 ml atau setara dengan 105.48-202.532 mg/L [3][4][5].



Gambar 1. Struktur kimia kafein

Minuman kahwa daun adalah minuman yang terbuat dari daun kopi yang diolah secara tradisional di Sumatera Barat sehingga menghasilkan produk seperti teh yang disebut daun kahwa. Daun kopi diolah menjadi daun kahwa dengan cara yang unik [6]. Dalam proses yang berkembang di masyarakat, daun kahwa diseduh dengan 3 cara yaitu 1) pemasakan (air dan daun kopi dimasak secara bersamaan sampai mendidih), 2) penyeduhan (daun kopi diseduh dengan air panas 80-90°C), dan 3) pelarutan (air dimasak sampai mendidih minuman kahwa daun kemudian daun kopi dimasukkan dan dibiarkan mendidih selama 3-5 menit) sehingga diperoleh minuman kahwa daun [7]. Berdasarkan ketiga cara yang berkembang di masyarakat ini, maka dilakukanlah analisis kandungan kafein dalam minuman kahwa daun. Penelitian ini berguna untuk memberikan informasi awal kandungan kafein dalam minuman kahwa daun asal Sumatera Barat.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah daun kahwa dengan

ukuran serbuk 80 mesh. Daun kahwa berasal dari kopi robusta (*Coffea canephora*) yang diperoleh di Tabek Patah Kabupaten Tanah Datar Propinsi Sumatera Barat. Bahan lain adalah aquades, kloroform (CHCl₃), sodium karbonat (Na₂CO₃), dan kafein murni.

Alat yang digunakan adalah Spektrofotometer 10S UV/Vis-Thermo Scientific, kuvet kaca, neraca analitik, corong, corong pisah, pipet volumetrik, labu ukur, pipet tetes, gelas piala, *hot plate*, botol aquades, tabung reaksi, dan rak tabung reaksi.

Prosedur Kerja

Penelitian ini dimulai dengan pembuatan minuman kahwa daun. Sebanyak 2 gram serbuk daun kahwa lolos saringan ukuran 80 mesh ditimbang, kemudian diseduh dengan 200 ml air. Penyeduhan dilakukan dengan 3 cara yaitu:

- 1) penyeduhan biasa (daun kahwa diseduh dengan air panas suhu 85-90°C selama 5 menit), disebut sampel A. Proses ini dalam pembuatan kopi dan teh disebut *brewing*.
- 2) penyeduhan diiringi perebusan (kahwa daun dicampurkan ke dalam air mendidih, dimasak selama 5 menit 5 menit), disebut sampel B
- 3) perebusan (air dan daun kahwa dimasak bersamaan selama 5 menit), disebut sampel C. Proses ini dalam pembuatan jamu atau obat disebut *coque* dengan waktu perebusan antara 15-30 menit [8].

Minuman hasil penyeduhan disaring dan disimpan dalam botol kaca untuk dianalisa lebih lanjut.

Analisa Kafein

Analisa kafein minuman dilakukan dengan metode spektrofotometer. Larutan stok kafein 1000 ppm dibuat dengan melarutkan 100 mg kafein murni dalam 100 ml kloroform. Selanjutnya

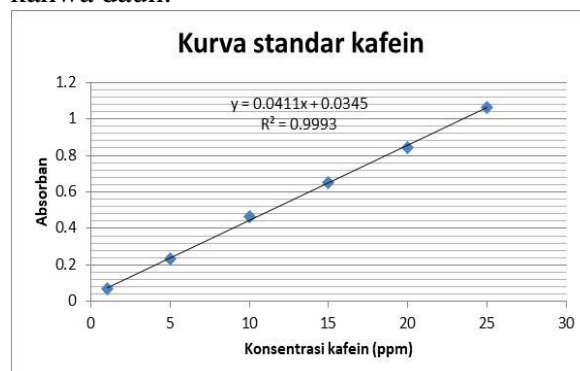
dari larutan stok diencerkan menjadi 25 ppm dalam labu ukur 100 ml dengan memipet sebanyak 2.5 ml. Deret standar 1-25 ppm dibuat dari larutan kafein 25 ppm. Selanjutnya absorbansi larutan standar diukur pada panjang gelombang 274 nm. Pada saat pengukuran tidak boleh menggunakan kuvet plastik karena kloroform dapat melarutkan plastik yang membuat permukaan kuvet plastik menjadi buram sehingga pembacaan spektrofotometer menjadi tidak akurat. Analisa kafein minuman kahwa daun dilakukan dengan metode Rehman yang dimodifikasi dengan mengambil 10 ml minuman kahwa daun A, B, C dan ditempatkan dalam corong pemisah. Kemudian ditambahkan 5 ml kloroform [9]. Proses ini disebut ekstraksi cair-cair [8]. Selanjutnya campuran dikocok beberapa menit dan didiamkan sehingga terjadi pemisahan. Lapisan bawah yang berisi kafein dalam kloroform diambil dan dimasukkan dalam tabung reaksi. Sebanyak 0.1 ml hasil ekstraksi cair-cair diambil dan ditambahkan 5 ml kloroform. Absorbansi sampel minuman diukur pada panjang gelombang 274 nm dengan kloroform sebagai blanko. Masing-masing cara penyeduhan diulang 3 kali. Kandungan kafein dalam minuman dihitung dari persamaan regresi deret standar.

Kloroform adalah pelarut organik yang sangat baik melarutkan kafein. Kelarutan kafein dalam kloroform lebih tinggi daripada kelarutan kafein dalam air dan etanol. Kelarutan kafein meningkat dalam air panas [10].

HASIL DAN PEMBAHASAN

Deret standar kafein konsentrasi 1-25 ppm ditabulasikan dengan nilai absorbansi. Nilai x menyatakan konsentrasi kafein dan nilai y menunjukkan absorbansi. Hubungan x dan y dirumuskan dalam sebuah persamaan linear $y = 0.0411x + 0.03446$

dengan nilai $rsq (R^2) = 0.9993$. Persamaan ini digunakan untuk menghitung konsentrasi kafein minuman kahwa daun.



Gambar 2. Kurva standar kafein

Hasil penghitungan konsentrasi kafein dalam minuman kahwa daun diperoleh nilai rata-rata sampel A, B, C seperti yang disajikan pada tabel 1. Kandungan kafein berada di bawah konsentrasi kafein rata-rata dalam teh 105,48-202,532 mg/L (25-48 mg per cangkir) dan kopi 400,8-696 mg/L (95-165 mg/cangkir) [3].

Tabel 1. Kafein Minuman Kahwa Daun

Sampel	Koneentrasi Kafein (mg/L)
A	10,97
B	13,19
C	18,82

Sementara itu dalam penelitian [11] dinyatakan bahwa kandungan kafein dalam teh daun kopi yang diolah dengan mengadopsi beberapa cara pengolahan teh yang diukur dengan metode HPLC berkisar antara 5.17-8.94 mg/g daun. Perbedaan kandungan kafein teh daun kopi dan teh kahwa daun selain disebabkan perbedaan dalam metode analisa juga disebabkan perbedaan proses pengolahan yang dilakukan terhadap daun kopi dan daya ekstrak teh yang dihasilkan. Faktor lain yang dapat mempengaruhi kandungan kafein dalam minuman kahwa adalah ukuran serbuk kahwa daun, berat kahwa daun, bahan

baku/spesies kopi yang digunakan membuat kahwa daun, waktu ekastraksi, dan jenis pelarut yang digunakan.

Kandungan kafein dalam minuman teh, kopi, dan minuman berenergi berbeda-beda. Minuman berenergi memiliki kandungan kafein yang lebih tinggi dari minuman teh atau *soft drink* lainnya [12]. Minuman kahwa daun aman untuk dikonsumsi sebagaimana kopi dan teh selama dikonsumsi di bawah nilai batas toleransi konsumsi kafein perhari yaitu 300-400 mg [5].

Terdapat perbedaan rata-rata konsentrasi kafein dalam minuman kahwa daun yang diseduh dengan 3 cara penyeduhan. Selanjutnya perbedaan ini diuji secara statistik. Hasil analisis One Way ANOVA dengan SPSS menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan nyata konsentrasi kafein minuman kahwa daun yang diseduh dengan 3 cara penyeduhan (nilai sig (P)<0.05) pada taraf 5%. Kandungan kafein dalam minuman kahwa daun paling tinggi adalah jika diseduh dengan cara perebusan. Hal ini terjadi karena kelarutan kafein dalam air mendidih lebih tinggi [10].

Dilaporkan bahwa 91,2% penjual minuman kahwa daun di Sumatera Barat membuat minuman kahwa daun dengan cara pemasakan/perebusan [7]. Belum diketahui hubungan cara penyeduhan daun kahwa dengan citarasa minuman kahwa yang dihasilkan.

KESIMPULAN

Minuman kahwa daun merupakan minuman dari daun kopi dengan kandungan kafein lebih rendah dari teh dan kopi. Minuman kahwa daun memiliki kandungan kafein tertinggi jika diseduh dengan cara direbus. Dapat dilakukan penelitian lebih lanjut tentang pengaruh cara penyeduhan terhadap total fenolik, aktivitas antioksidan dan profil organoleptik minuman kahwa daun.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penulis sampaikan kepada Kemenristekdikti yang telah membiayai penelitian ini melalui program Hibah Disertasi Doktor 2018 sehingga penelitian ini dapat berjalan lancar.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. J. Sutor, "The structures of the pyrimidines and purines. VII. The crystal structure of caffeine," *Acta Crystallogr.*, vol. 11, no. 7, pp. 453–458, 1958.
- [2] H. Ashihara and A. Crozier, "Caffeine: a well known but little mentioned compound in plant science," *Trends Plant Sci.*, vol. 6, no. 9, pp. 407–413, 2001.
- [3] Mayo Clinic Staff, "Mayo Clinic," *Caffeine content for coffee, tea, soda and more.* [Online]. Available: <https://www.mayoclinic.org/healthy-lifestyle/nutrition-and-healthy-eating/in-depth/caffeine/art-20049372>. [Accessed: 02-Sep-2018].
- [4] International food information council FOUNDATION, "Food Insight." [Online]. Available: https://www.foodinsight.org/sites/default/files/IFIC_Caffeine_v5.pdf. [Accessed: 03-Sep-2018].
- [5] Caffeine Informer Staff, "Caffeine Informer." [Online]. Available: <https://www.caffeineinformer.com/caffeine-trimethylxanthine>. [Accessed: 02-Sep-2018].
- [6] R. Novita, A. Kasim, T. Anggraini, and D. P. Putra, "Survey Proses Pengolahan dan Analisa Kimia Minuman Kahwa Daun Sumatera Barat (Laporan Topik Khusus 2)," Universitas Andalas, Padang, 2016.
- [7] R. Novita, A. Kasim, T. Anggraini, and D. P. Putra, "Survei Proses

- Pembuatan Minuman Kahwa Daun di Sumatera Barat,” *J. Teknol. Pertan. Andalas*, vol. 22, no. 1, pp. 32–36, 2018.
- [8] G. Agoes, *Teknologi Bahan Alam Seri farmasi industri*. Bandung: ITB, 2007.
- [9] R. Rehman and S. Ashraf, “Analysis of caffeine contents in commercial beverages and tea samples of Pakistan using UV/Visible spectrometry,” *Bulgrian Chem. Commun.*, vol. 49, no. 4, pp. 823–828, 2017.
- [10] C. O. Wilson, O. Gisvold, and J. M. Beale, *Wilson and Gisvold’s Textbook of Organic Medical and Pharmaceutical Chemistry*, 12 ed. int. Philadelphia: Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins, 2012.
- [11] X.-M. Chen, Z. Ma, and D. D. Kitts, “Effects of processing method and age of leaves on phytochemical profiles and bioactivity of coffee leaves,” *Food Chem.*, vol. 249, pp. 143–153, 2018.
- [12] S. Ahmad *et al.*, “Determination of Caffeine In Soft And Energy Drinks Available In Market By Using U.V/Visible Spectrophotometer,” *Bull. Environ. Pharmacol. Life Sci.*, vol. 5, no. 8, pp. 14–20, 2016.

PENENTUAN PERTAMA FAKTOR EMISI CO₂ (*COUNTRY-SPECIFIC, TIER 2*) LIQUEFIED NATURAL GAS DI INDONESIA

Novie Ardhyarini^{1,*}, Agustini¹

Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Minyak dan Gas Bumi "LEMIGAS"

¹ KPPPT Proses, PPPTMGB"LEMIGAS", 12230, Jakarta Selatan

*E-mail : novie_ardhyarini@yahoo.com

INTISARI

Peningkatan emisi gas rumah kaca (GRK) terutama CO₂ akibat aktivitas manusia menyebabkan pemanasan global dan perubahan iklim. Dalam sektor energi, emisi CO₂ dihasilkan dari penggunaan bahan bakar dalam prosesnya sehingga salah satu mitigasinya adalah menggunakan bahan bakar yang lebih ramah lingkungan seperti bahan bakar gas (BBG) yang memiliki emisi lebih rendah. Lokasi sumber gas bumi kebanyakan dilokasi terpencil yang jauh dari konsumen sehingga transportasi menggunakan pipa jika ekonomis dan memungkinkan. Jika tidak maka gas bumi dapat dicairkan dengan mendinginkan sekitar suhu -160 °C pada tekanan atmosfer (Liquefied Natural Gas, LNG) sehingga mudah disimpan dan ditransportasikan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan Faktor Emisi CO₂ (FE CO₂) country-specific Tier 2 LNG di Indonesia. Tahapan penelitian yaitu sampling gas bumi dari LNG Tangguh dan LNG Badak, analisa laboratorium dan perhitungan FE CO₂. Hasil analisa laboratorium dan perhitungan menghasilkan nilai kalori dan FE CO₂ untuk LNG Tangguh yaitu 49,43 MJ/kg dan 56,07 Ton/TJ. LNG Badak sebesar 44,81 MJ/kg dan 58,46 Ton/TJ. Data ini akan menghasilkan perhitungan emisi CO₂ yang lebih akurat dibandingkan data IPCC karena sampel bahan bakarnya digunakan di Indonesia. Hasil penelitian ini merupakan perhitungan pertama untuk menghasilkan FE CO₂ LNG Tangguh dan Badak. Penelitian lebih lanjut dibutuhkan untuk perhitungan ketidakpastian
Kata Kunci: *liquefied natural gas, nilai kalori bersih, faktor emisi CO₂, country- specific, tier 2*

ABSTRACT

The increased greenhouse gases (GHG) emission especially CO₂ due to human activities have caused global warming and climate change. In the energy sector, CO₂ emissions are generated from the use of fuel in the process therefore one of the mitigations use more environmentally friendly fuels such as gas fuel which has lower emissions. The location of natural gas sources is mostly in remote locations that are far from consumers so that transportation uses pipes if economical and possible. Otherwise the natural gas can be liquefied by refrigerated to a temperature of about -160 °C at atmospheric pressure (Liquefied Natural Gas, LNG) so that it is easily stored and transported. The purpose of this study was to obtain CO₂ Emission Factor (CO₂ EF) country-specific Tier 2 LNG in Indonesia. The research steps are sampling of natural gas from LNG Tangguh and LNG Badak, laboratory analysis and CO₂ EF calculations. The results of laboratory analysis and calculations generate calorific value and CO₂ EF for LNG Tangguh are 49.43 MJ / kg and 56.07 Ton / TJ. LNG Badak are 44.81 MJ / kg and 58.46 Ton / TJ. This data will produce a more accurate calculation of CO₂ emissions than IPCC's data because the fuel sample is used in Indonesia. The results of this study are the first calculation to produce the CO₂ EF of LNG Tangguh and LNG Badak. Further research is needed for uncertainty calculation.
Keywords: *liquefied natural gas, net calorific value, co₂ emission factor, country- specific, tier2.*

PENDAHULUAN

Gas rumah kaca (GRK) adalah gas-gas yang dapat menahan panas di atmosfer. Beberapa GRK adalah uap air (H₂O), karbon dioksida (CO₂), metana (CH₄), Ozon (O₃) dll. Secara alamiah, gas-gas ini dalam konsentrasi tertentu ada di atmosfer untuk menghangatkan bumi. Namun akibat aktivitas manusia, konsentrasinya meningkat dan menyebabkan pemanasan global dan perubahan iklim. Pada tahun 2014, emisi GRK di Indonesia berasal dari perubahan penggunaan lahan dan kehutanan (65 %), energi (21,2%), pertanian (6,8%), limbah (2,6%) dan proses industri (1,2%) [1]. Di antara GRK, CO₂ memiliki konsentrasi paling besar dari total emisi GRK [2].

Tahun 2009, pemerintah Indonesia pada pertemuan negara-negara G20 di Pittsburgh berkomitmen akan menurunkan emisi GRK sebesar 26 % dengan usaha sendiri (business-as-usual, BAU) dan 41 % dengan bantuan Internasional pada tahun 2020. Tahun 2015 pada COP ke-21 di Paris, komitmen ini ditingkatkan sebesar 29 % dengan BAU dan 41 % dengan bantuan Internasional pada tahun 2030. Untuk memenuhi komitmen ini, target penurunan emisi GRK telah ditentukan di sektor energi, limbah, IPPU, pertanian dan kehutanan. Pada dokumen *Nationally Determined Contribution* (NDC), sector energi mendapatkan target penurunan emisi GRK sebesar 11 % (314 Juta Ton CO₂e) dari 29 % [3].

Sumber emisi CO₂ di sektor energi diakibatkan penggunaan bahan bakar dalam prosesnya sehingga salah satu mitigasinya adalah menggunakan bahan bakar yang lebih ramah lingkungan seperti bahan bakar gas (BBG) yang memiliki emisi lebih rendah. Sumber BBG adalah gas bumi yang merupakan campuran gas metana, etana, propana dan hidrokarbon berat serta sedikit pengotor

senyawa non-hidrokarbon [4]. Pada umumnya komponen dan range konsentrasi gas bumi diperlihatkan Tabel 1[5]. Bahan bakar ini dapat digunakan pembangkit listrik, industri dan perumahan, bahan bakar untuk transportasi mobil, kereta api, dan laut dll. Gas bumi merupakan bahan bakar dari fosil, ketika dibakar akan menghasilkan emisi CO₂ ke atmosfer. Namun, emisi CO₂ yang dihasilkan dari pembakaran gas bumi (per unit energi) akan lebih rendah dibandingkan batubara dan minyak. [6] Lebih lanjut cadangan gas bumi masih cukup besar yaitu 101,22 TSCF (Terbukti) dan 42,84 TSCF (Potensial) pada tahun 2016. [7]

Tabel 1. Komponen dan range konsentrasi gas bumi

Komponen	Range Konsentrasi (% mol)
Helium	0,01-10
Oksigen	0,01-20
Nitrogen	0,01-100
Karbon dioksida	0,01-20
Metana	0,01-100
Etana	0,01-100
Hidrogen sulfida	3,00-100
Propana	0,01-100
Isobutana	0,01-10
n-butana	0,01-10
Isopentana	0,01-2
n-pentana	0,01-2
Hexanes & heavier	0,01-2

Lokasi sumber gas bumi kebanyakan dilokasi terpencil yang jauh dari konsumen. Transportasi dapat dilakukan dengan pipa jika dinilai ekonomis dan memungkinkan. Jika tidak, gas bumi dapat dicairkan dengan mendinginkan sekitar suhu -160 °C pada tekanan atmosfer. Pada kondisi tersebut gas bumi akan menjadi cair dan volumenya berkurang lebih 600 kali yang disebut gas bumi cair (*Liquefied Natural Gas*, LNG) sehingga mudah disimpan dan ditransportasikan. Rantai operasi LNG terdiri dari beberapa elemen yang saling berhubungan seperti *gas field*, plant pencairan, penyimpanan, *loading* dan

unloading, pengiriman dan regasifikasi [4]. Kilang di Indonesia yang beroperasi dan menghasilkan LNG seperti Arun, Badak, Tangguh dan Donggi Senoro.

Data yang dapat diandalkan dibutuhkan untuk inventarisasi emisi GRK. Berdasarkan 2006 *Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) Guideline* dibagi menjadi tiga tingkatan (tier) untuk perhitungan emisi GRK. Tier 1, emisi diestimasi berdasarkan konsumsi bahan bakar dan faktor emisi dari IPCC. Tier 2, emisi diestimasi berdasarkan konsumsi bahan bakar dan faktor emisi dari negara tersebut (*country-specific*). Sedangkan Tier 3, lebih detail dibandingkan Tier 2 dengan menambah teknologi pembakaran, kondisi operasi, teknologi control, kualitas perawatan, usia peralatan yang digunakan untuk membakar bahan bakar [8]. Semakin tinggi tier maka perhitungan emisi GRK semakin detail dan akurat.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan Faktor Emisi CO₂ country-specific (Tier 2) LNG di Indonesia. Penelitian ini menggunakan pendekatan analisa bahan bakar. Tahapan penelitian terdiri dari sampling, analisa karakteristik bahan bakar dan perhitungan faktor emisi CO₂. Hasil dari perhitungan ini akan dibandingkan dengan nilai dari IPCC.

METODE PENELITIAN

Sampel LNG

Penelitian ini menggunakan sampel dalam bentuk gas bumi yang bersumber dari LNG Tangguh dan LNG Badak. Titik sampling diambil setelah regasifikasi di sistem perpipaan untuk disalurkan kepada kosumen. Sampel LNG Tangguh di sampling di Belawan dan sampel LNG Badak disampling di Bontang.

Analisa Laboratorium

Perhitungan faktor emisi CO₂ menggunakan data kadar karbon (CC) dan nilai kalor bersih (NCV). Kadar karbon menggunakan perhitungan berdasarkan API TR 2571: 2013 (*Carbon Content, Sampling, and Calculation*) dan data komposisi gas bumi (Agilent, 7890B) berdasarkan GPA 2261 (*Analysis for Natural Gas and Similar Gaseous Mixtures by Gas Chromatography*). Nilai kadar karbon dihitung dengan persamaan (1).

$$CC_{\text{Mixture}} = \frac{\sum_{i=1}^{\# \text{ of components}} (n \times AW_{\text{carbon}} \times X_{m_i})}{\sum_{i=1}^{\# \text{ of Components}} (MW_i \times X_{m_i})} \quad (1)$$

Dimana:

CC_{Mixture} = Fraksi masa kadar karbon dari campuran

n = Jumlah atom karbon dalam suatu komponen (contoh : propana, C₃H₈, n = 3)

AW_{Carbon} = Berat atom karbon

MW_i = Berat molekul komponen

X_{m_i} = Fraksi masa tiap komponen

Perhitungan NCV berdasarkan GPA 2172:2009 (*Calculation of Gross Heating Value, Relative Density and Compressibility Factor for Natural Gas Mixtures from Compositional Analysis*).

Perhitungan Faktor Emisi CO₂

Berdasarkan metodologi IPCC, penelitian ini menggunakan persamaan (2) untuk menghitung Faktor Emisi CO₂ Tier 2 untuk pembakaran :

$$CO_2 (EF_{\text{tier2}}) = \frac{CC}{NCV} \times 10^3 \times \frac{44}{12} \quad (2)$$

Dimana:

EF_{tier2} = Faktor emisi CO₂ Tier 2 (ton/TJ)

CC = Kadar karbon (kg C/kg bahan bakar)

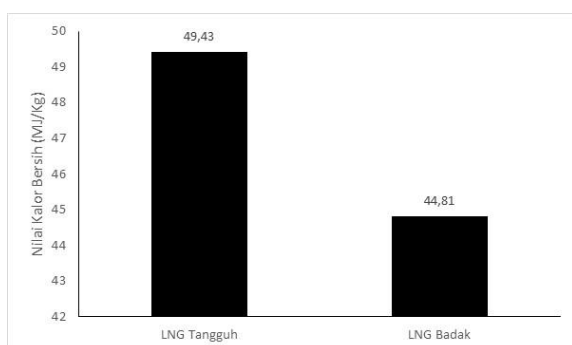
NCV = Nilai kalor bersih (MJ/Kg bahan bakar)

10³ = Unit konversi

44/12 = Bobot molekul CO₂ / karbon

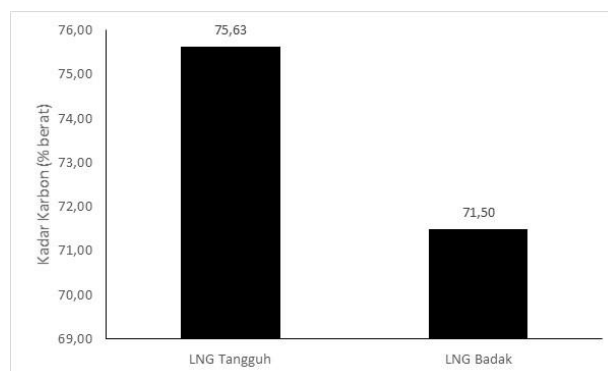
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisa komposisi sampel LNG dengan kromatografi gas digunakan untuk perhitungan nilai kalor bersih (NCV). Hasil perhitungan NCV diperlihatkan Gambar 1. LNG Tangguh dan LNG Badak memiliki nilai NCV berturut-turut sebesar 49,43 MJ/kg dan 44,81 MJ/Kg. Hasil ini disebabkan kandungan hidrokarbon ringan seperti metana dan etana di sampel LNG Tangguh lebih besar dibandingkan sampel LNG Badak. Pada hidrokarbon gas bumi, hubungan antara bobot molekul hidrokarbon berbanding terbalik dengan nilai NCVnya. Semakin pendek rantainya hidrokarbonnya maka nilai NCV semakin besar begitu juga sebaliknya [9].



Gambar 1. Hasil perhitungan nilai kalor bersih sampel LNG

Hasil analisa komposisi sampel LNG juga digunakan untuk perhitungan kadar karbon (CC). Hasil perhitungan diperlihatkan Gambar 2. Sampel LNG Tangguh dan LNG Badak memiliki kadar karbon berturut-turut sebesar 75,63% dan 71,50% berat. Hal ini memperlihatkan kandungan hidrokarbon pada sampel LNG Tangguh lebih besar sehingga berpotensi menghasilkan gas CO₂ lebih besar ketika dilakukan pembakaran.



Gambar 2. Hasil perhitungan kadar karbon sampel LNG

Hasil NCV dan CC dari sampel LNG digunakan untuk perhitungan faktor emisi CO₂ (FE CO₂). Hasil ini dibandingkan dengan nilai gas bumi dari IPCC. Penggunaan nilai gas bumi IPCC karena di pengguna akhir sampel yang dibakar dalam bentuk gas bumi. Hasil perhitungan FE CO₂ diperlihatkan Tabel 2. FE CO₂ untuk sampel LNG Tangguh dan LNG Badak berturut-turut sebesar 56,07 dan 58,46 Ton/TJ. Nilai FE CO₂ LNG Tangguh lebih kecil dibandingkan LNG Badak karena NCVnya lebih besar sehingga hasil perhitungannya lebih kecil. Nilai FE CO₂ sampel LNG Tangguh dibawah range nilai IPCC sedangkan LNG Badak berada di dalam range IPCC. Nilai IPCC adalah hasil perhitungan statistik FE CO₂ yang dilaporkan beberapa negara. Nilai-nilai yang dilaporkan tergantung fungsi formasi produksi dari tempat gas cair berasal, dan pasar untuk tujuan LNG[4].

Hasil perhitungan emisi CO₂ menggunakan FE CO₂ yang dihasilkan dari penelitian ini akan lebih akurat dibandingkan nilai IPCC karena sampel gas buminya digunakan di Indonesia dalam proses pembakaran pada sektor energi. Hasil penelitian ini merupakan perhitungan pertama untuk menghasilkan FE CO₂ untuk sampel LNG yang bersumber dari dua lokasi tersebut. Diperlukan beberapa data di setiap lokasi untuk dilakukan perhitungan

ketidakpastian hasil dugaan emisi/serapan.

Tabel 2. Faktor Emisi CO₂ Penelitian ini dan IPCC

Sampel	FE CO ₂ (Ton/TJ)
LNG Tangguh	56,07
LNG Badak	58,46
IPCC	58,3 – 70,4

KESIMPULAN

Penelitian ini merupakan perhitungan pertama penentuan FE CO₂ LNG dari Tangguh dan Badak. Metode menggunakan pendekatan analisa bahan bakar gas. Hasil perhitungan FE CO₂, sampel LNG Tangguh (56,07 Ton/TJ) dibawah dan LNG Badak (58,46) didalam range nilai IPCC (58,3 – 70,4 Ton/TJ). Dalam perhitungan emisi CO₂, penggunaan data-data FE CO₂ penelitian ini akan menghasilkan nilai yang lebih akurat karena menggunakan bahan bakar gas yang digunakan di Indonesia. Hasil penelitian ini juga berguna juga untuk pengembangan mitigasi yang berhubungan dengan perubahan iklim. Penelitian lebih lanjut dibutuhkan untuk perhitungan ketidakpastian hasil dugaan emisi/serapan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Climate Watch, 2018, Greenhouse Gas Emissions and Emissions Targets, <https://www.climatewatchdata.org/countries/IDN>, 18 September 2018.
- [2] United States Environmental Protection Agency (USEPA), 2017, EPA 430-R-18-003 Inventory of U.S. Greenhouse Gas Emissions and Sinks 1990–2016.
- [3] Republic of Indonesia, 2016, Indonesia's First Nationally Determined Contribution, November 2016.
- [4] The American Petroleum Institute (API), 2015, Liquefied Natural Gas (LNG) Operations Consistent

Methodology for Estimating Greenhouse Gas Emissions, Version 1.0, May 2015.

- [5] Gas Processors Association (GPA), 2000, Analysis for Natural Gas and Similar Gaseous Mixtures by Gas Chromatography, GPA Standard 2261.00.
- [6] International Energy Agency (IEA), 2017, Outlook for Natural Gas, Excerpt from World Energy Outlook 2017, IEA Publication, Paris.
- [7] Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral RI, 2016, *Statistik Minyak dan Gas Bumi 2016*, Direktorat Jenderal Minyak dan Gas Bumi, Jakarta.
- [8] Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2006, 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (eds). Published: IGES, Japan.
- [9] Gas Processors Association (GPA), 2009, Calculation of Gross Heating Value, Relative Density and Compressibility Factor for Natural Gas Mixtures from Compositional Analysis GPA Standard 2172:2009.

PEMBUATAN KOMPARATOR WARNA DARI EKSTRAK KULIT BUAH NAGA MERAH (*Hylocereus costaricensis*) UNTUK ANALISIS HIDROKUINON PADA KRIM PEMUTIH DENGAN METODE SPEKTROFOTOMETRI UV-VIS

Heppy Findari^{1,*}, Rika Endara Safitri², dan Qurrata A'yun²

¹Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Gadjah Mada
Bulaksumur, Caturtunggal, Kec. Depok, Kabuten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta 55281

²Program Studi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas PGRI
Banyuwangi Jl. Ikan Tongkol No.22 Banyuwangi, Jawa Timur

*E-mail : heppyfindari2020@gmail.com

INTISARI

Hidrokuinon merupakan bahan kimia yang telah dilarang penggunaannya sebagai bahan pemutih wajah tanpa pengawasan dokter. Penggunaan hidrokuinon secara berlebih dapat menyebabkan kerusakan pada sel kulit. Analisis hidrokuinon telah dilakukan dengan berbagai metode, namun memiliki kekurangan yaitu mahalnya bahan dan alat yang digunakan serta rumitnya prosedur yang harus dilalui. Pada penelitian ini, peneliti ingin melakukan analisis hidrokuinon yang murah, mudah, dan selektif menggunakan spektrofotometri UV-Vis dengan ekstrak kulit buah naga (*Hylocereus costaricensis*) sebagai komparator warnanya. Berbagai prosedur optimasi telah dilakukan untuk mendapatkan hasil yang selektif dan sensitif, diantaranya suhu pelarut dan lama maserasi pada pembuatan ekstrak kulit buah naga. Pada optimasi pembuatan ekstrak kulit buah naga didapatkan suhu pelarut 60°C dan lama maserasi 12 jam. Hidrokuinon dapat terionisasi pada pKa 9-11, sehingga peneliti menggunakan buffer fosfat untuk menciptakan kondisi basa pada larutan reagen. Berdasarkan penelitian ini dapat disimpulkan bahwa hidrokuinon dapat bereaksi dengan ekstrak kulit buah naga dalam kondisi basa dan dapat dideteksi menggunakan metode spektrofotometri UV Vis pada panjang gelombang 536 nm.

Kata Kunci: buah naga merah, antosianin, hidrokuinon, komparator warna

Hydroquinone is a chemical that has been banned its use as a facial whitening cream without medical supervision. Excessive use of hydroquinone can cause damage to skin cells. Hydroquinone analysis has been done with various methods, but has the disadvantage of expensive material and tools used and the complexity of procedures that must be passed. In this project, researcher wanted to do a cheap, easy, and selective hydroquinone analysis using Spectrophotometry UV-Vis with dragon fruit peel extract (*Hylocereus costaricensis*) as a colour comparator. Various optimization procedures have been performed to obtain selective and sensitive results, such as the temperature of the solvent and the duration of maceration in the preparation of the dragon fruit peel extract. On the optimization of preparation of the dragon fruit peel extract obtained the temperature of solvent is 60°C and the duration of maceration is 12 hours. Hydroquinone can be ionized at pKa 9-11, so the researcher uses phosphate buffer to create an alkaline condition in the reagent solution. Based on this study it can be concluded that hydroquinone can react with extract under alkaline conditions and can be detected using spectrophotometry at wavelength 536 nm.

Keywords: dragon fruit, anthocyanin, hydroquinone, colour comparator

PENDAHULUAN

Hidrokuinon adalah senyawa kimia yang bersifat larut air, padatnya berbentuk kristal jarum tidak berwarna, jika terpapar cahaya dan udara warnanya akan berubah menjadi lebih gelap. Karena sifatnya sebagai zat pereduksi, Hidrokuinon dimanfaatkan pada proses cuci cetak foto, penghambat polimerisasi pada beberapa senyawa kimia seperti asam akrilik dan metil metakrilat, sebagai antioksidan karet dan zat-zat penstabil dalam cat, pernis, bahan bakar motor dan minyak. Hidrokuinon juga banyak digunakan pada produk kosmetik karena sifatnya sebagai antioksidan dan sebagai depigmenting agent (zat yang mengurangi warna gelap pada kulit). Penggunaan HQ dalam kosmetik maksimal sebesar 2% (~0,182M) pada tahun 2007 dan kandungan lebih 5% dikategorikan sebagai obat keras yang penggunaannya harus dengan resep dokter [1]. Dalam kosmetik, selain sebagai pemutih/pencerah kulit, hidrokinon digunakan sebagai bahan pengoksidasi pewarna rambut dan penghambat polimerisasi dalam lem untuk kuku artifisial (kuku palsu).

Cara kerja hidrokuinon dalam mencerahkan kulit adalah melalui mekanisme efek toksik terhadap melanosit (sel tempat sintesis melanin/pigmen hitam pada kulit) dan melalui penghambatan melanogenesis (proses pembentukan melanin). Efek toksik hidrokuinon terjadi karena hidrokuinon berkompetisi dengan tirosin sebagai substrat untuk tirosinase (enzim yang berperan dalam pembentukan melanin), sehingga tirosinase mengoksidasi hidrokuinon dan menghasilkan benzokinin yang toksik terhadap melanosit.

Dalam dunia kosmetik, Hidrokuinon banyak digunakan karena kemampuannya sebagai zat pengoksidasi, pengadsorpsi dan pigmentasi. Jenis kosmetika yang

mengandung Hidrokuinon antara lain: Hidrokuinon batasan kegunaan sebagai bahan pengoksidasi warna pada rambut dengan batasan kadar maksimum 0,3%. Selain itu hidrokuinon digunakan juga dalam pemutih kulit dengan kadar dibawah 2% untuk obat OTC (obat bebas) dan harus berdasarkan resep dokter untuk kadar di atas 2% (sebelum dikeluarkan beredarkan surat larangan dari Badan POM pada September 2006).

Dengan metode komparator warna peneliti dapat meneliti adanya hidrokuinon secara cepat dan tepat. Analisis hidrokuinon dapat menggunakan berbagai metode diantaranya metode spektrofotometri UV-Vis dan metode elektroanalisis. Namun kedua metode tersebut memiliki kelemahan yaitu reagen dan instrument yang mahal. Pada penelitian ini, peneliti mengembangkan metode analisis hidrokuinon dengan metode komparator warna dari ekstrak kulit buah naga. Penggunaan kulit buah naga sebagai reagen komparator warna analisis hidrokuinon diharapkan dapat sebagai salah satu pengembangan reagen green chemistry murah dan mudah diaplikasikan.

METODE PENELITIAN

Bahan yang digunakan pada penelitian ini antara lain adalah kulit buah naga merah, kertas pH universal, krim pemutih wajah, oven, kertas saring, hidrogen klorida (HCl), kalium klorida (KCl), kalium hidroksida (KOH), natrium asetat (CH_3COONa), asam asetat 37%, Kalium dihidrogen fosfat (KH_2PO_4), asam fosfat (H_3PO_4) 78% teknis, metanol, hidrokuinon (HQ), dietil eter, dan metanol.

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah gelas beaker, botol vial gelap, corong gelas, pH meter, batang pengaduk, pipet mikro, pipet tetes, labu ukur, gelas ukur, tabung reaksi,

stopwatch, termometer, erlenmeyer. Satu set alat pengaduk magnetik, neraca analitik Ohaus PA 214 diproduksi oleh Ohaus Corporation-USA, Spektrofotometri UV-Vis model UV mini-1240 diproduksi oleh Shimadzu Corporation-Jepang.

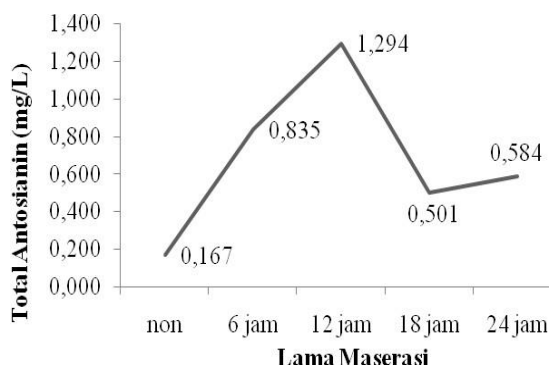
Adapun prosedur kerjanya adalah sebagai berikut: 1) Pembuatan ekstrak kulit buah naga merah, 2) Penentuan total antosianin dengan metode pH differensial, 3) Penentuan panjang gelombang maksimum, 4) Pengukuran antosianin total, 5) Optimasi suhu pelarut pada proses ekstraksi kulit buah naga merah, 6) Optimasi lama maserasi pada proses ekstraksi kulit buah naga merah, 7) Pengaruh tingkat keasaman (pH) terhadap perubahan warna komparator dalam deteksi senyawa hidrokuinon, 8) Pembuatan komparator warna untuk analisis hidrokuinon dengan metode Spektrofotometri UV-Vis. Dengan metode di atas akan dilakukan uji selektivitas hidrokuinon, penentuan panjang gelombang maksimum, penentuan kalibrasi konsentrasi hidrokuinon, preparasi sampel krim pemutih dengan metode ekstraksi pelarut, uji komparator warna untuk deteksi hidrokuinon pada krim wajah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Lama Maserasi Terhadap Total Antosiani dari Ekstrak Kulit Buah Naga Merah (*Hylocereus costaricensis*)

Antosianin adalah senyawa kimia yang terdapat pada tumbuhan yang memiliki warna tertentu. Jumlah antosianin tergantung pada intensitas warna yang dihasilkan. Semakin pekat warnanya maka total antosianin semakin tinggi. Pada proses pembuatan ekstrak kulit buah naga dilakukan pengujian lama maserasi terhadap total antosianin yang dapat terlarut dalam pelarut air. Semakin lama maserasi maka semakin tinggi

antosianin yang larut dalam air. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh lama maserasi optimum yang didapatkan adalah 12 jam (Gambar 1).



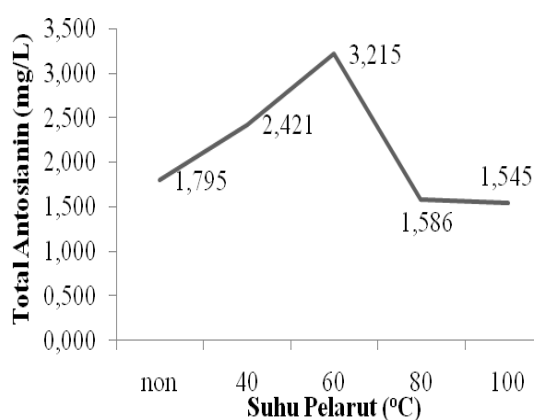
Gambar 1. Pengaruh lama maserasi (jam) terhadap total antosianin dari ekstrak kulit buah naga merah (*Hylocereus costaricensis*)

Ekstrak warna merah yang diperoleh dari kulit buah naga merah bersifat tidak stabil terhadap lama waktu maserasi, dilihat dari Gambar 1 lama maserasi dari tanpa maserasi hingga 24 jam mengalami kenaikan dan penurunan yang signifikan, hal ini disebabkan bahwa terlalu lama waktu rendamen akan menyebabkan degradasi sehingga warna antosianin yang terkandung dalam kulit buah naga merah akan mengalami penurunan warna pigmen. Sehingga pengukuran absorbansi akan menunjukkan kadar total antosianin yang semakin menurun. Peningkatan aktivitas antioksidan (antosianin) tersebut akan berhenti hingga lama ekstraksi sampai pada titik tertentu yaitu pada lama ekstraksi yang digunakan sudah mencapai titik optimumnya yaitu pada maserasi 12 jam. Semakin lama pula bahan terpapar radiasi gelombang mikro yang mengakibatkan pecahnya jaringan bahan sehingga mengeluarkan zat terlarut (*solute*) ke dalam pelarut (*solvent*) [2]. Penggunaan waktu yang terlalu lama perlu dihindari karena dapat

meningkatkan degradasi senyawa antosianin [3].

Pengaruh Suhu Pelarut Terhadap Total Antosianin dari Ekstrak Kulit Buah Naga (*Hylocereus costaricensis*)

Suhu sangat beberapa variasi suhu pelarut tanpa berpengaruh terhadap kesetabilan warna ekstrak buah naga merah. Semakin meningkatnya (tingginya) suhu dapat menyebabkan hilangnya glikosil pada antosianin dengan menghidrolisis ikatan glikosidik sehingga aglikon yang dihasilkan kurang stabil dan menyebabkan hilangnya warna pada antosianin. Oleh karena itu dalam penelitian ini menggunakan pemanasan, 40°C, 60°C, 80°C dan 100°C sebagai pengaruh kadar total antosianin. Berdasarkan hasil penelitian, suhu sangat berpengaruh terhadap kadar total antosianin ekstraksi kulit buah naga merah (Gambar 2).



Gambar 2. Pengaruh suhu pelarut (akuades) terhadap total antosianin dari ekstrak kulit buah naga (*Hylocereus ostaricensis*)

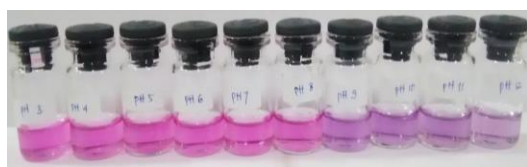
Dari Gambar 2 diperoleh data bahwa variasi suhu yang menghasilkan kadar total antosianin paling besar adalah suhu 60°C yaitu 3,215 ppm dari pada tanpa pemanasan, 40°C, 60°C, 80°C dan 100°C. Hal ini disebabkan kerusakan

gugus kromofor yang terdapat pada pigmen antosianin sehingga warna pigmen pada ekstraksi kulit buah naga merah rusak dan terlihat lebih pucat [4]. Selain itu, ekstrak warna merah yang diperoleh dari kulit buah naga merah bersifat tidak stabil terhadap pemanasan. Pemberian suhu tertentu akan mengakibatkan putusny rantai ikatan antara molekul pada larutan zat warna [5]. Bahwa menurunnya stabilitas warna dikarenakan suhu yang tinggi, sehingga terjadinya dekomposisi antosianin dari bentuk aglikon menjadi kalkon (tidak berwarna) [6].

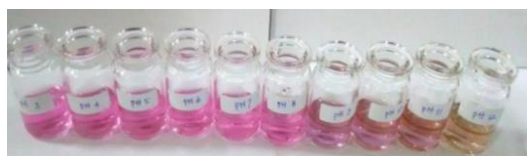
Pengaruh Tingkat Keasaman (pH) terhadap Perubahan Warna Komparator dalam Deteksi Senyawa Hidrokuinon

Warna antosianin juga dipengaruhi oleh tingkat keasaman (pH) larutan. Hal ini ditandai dengan perubahan warna pada ekstrak kulit buah naga pada pH asam ke pH basa. Pada penelitian ini, larutan buffer yang digunakan adalah buffer fosfat 0,1 M dengan pH 3 sampai pH 12. Pada gambar 3 (atas), perubahan tingkat keasaman (pH) larutan merubah warna antosianin ekstrak kulit buah naga dari berwarna merah muda ke warna ungu muda. Perubahan warna ini disebabkan oleh perubahan struktur dan gugus fungsi dari antosianin pada ekstrak kulit buah naga.

Larutan ekstrak kulit buah naga yang telah ditambahkan dengan buffer fosfat 0,1 M pH 3 -12 dan mengalami perubahan warna, selanjutnya ditambahkan dengan larutan hidrokuinon 1000 ppm (dalam pelarut methanol:air (1:1) v/v). Perlakuan ini bertujuan untuk mengetahui pada tingkat keasaman (pH) yang dapat bereaksi cepat dengan larutan hidrokuinon.



(a)



(b)

Gambar 3. (a) Pengaruh tingkat keasaman (pH) menggunakan buffer fosfat 0,1 M terhadap perubahan dari ekstrak kulit buah naga; (b) Pengaruh penambahan larutan hidrokuinon 1000 ppm (pelarut methanol:air (1:1) v/v) terhadap spesifik perubahan warna dari ekstrak kulit buah naga merah (*Hylocereus costaricensis*).

Berdasarkan Gambar 3(b), larutan ekstrak kulit buah naga pada kondisi pH 9-12 mengalami perubahan warna yang signifikan saat penambahan larutan hidrokuinon. Pada kondisi pH 12, larutan langsung berubah seluruhnya menjadi kuning kecoklatan, sedangkan pada pH 9-11, warna ungu pada larutan masih bertahap mengalami perubahan. Untuk prosedur selanjutnya, buffer fosfat 0,1 M yang digunakan adalah dengan tingkat keasaman (pH) 12.

Komparator Warna untuk Analisis Hidrokuinon dengan Metode Spektrofotometri UV-Vis Uji Selektivitas Hidrokuinon

Uji selektivitas hidrokuinon dilakukan untuk mengetahui perubahan warna yang dihasilkan berdasarkan perubahan warna dari setiap penambahan bahan. Pada analisis

hidrokuinon dengan menggunakan komparator warna dari ekstrak kulit buah naga, larutan yang digunakan meliputi ekstrak kulit buah naga yang telah dioptimasi, larutan buffer fosfat 0,1 M pH 12, larutan hidrokuinon 1000 ppm (pelarut methanol:air (1:1) v/v), dan akuades. Berdasarkan gambar 4 diketahui bahwa hidrokuinon dapat memberikan warna kuning pada larutan (IV) pada penambahan buffer fosfat tanpa menggunakan ekstrak kulit buah naga. Namun perubahan ini sulit untuk diidentifikasi secara penglihatan mata maupun menggunakan spektrofotometri UV-Vis pada perbedaan konsentrasi hidrokuinon.



Gambar 4. Uji selektivitas komparator, (I) ekstrak kulit buah naga, buffer fosfat pH 12, dan hidrokuinon 1000 ppm (pelarut methanol:air (1:1) v/v); (II) tanpa hidrokuinon; (III) tanpa buffer fosfat pH 12; (IV) tanpa ekstrak kulit buah naga merah (*Hylocereus costaricensis*)

Pada larutan (III), hidrokuinon tidak bereaksi secara langsung dengan ekstrak kulit buah naga tanpa kondisi basa (tanpa penambahan buffer fosfat). Perubahan yang dapat diamati oleh penglihatan mata dan dapat diukur dengan metode spektrofotometri UV-Vis adalah pada larutan (I) dimana warna larutan yang dihasilkan kuning kecoklatan. Pada prosedur selanjutnya, formulasi pada larutan (I) gambar 4.4 digunakan untuk mendeteksi hidrokuinon dengan metode

spektrofotometri UV-Vis menggunakan komparator warna ekstrak kulit buah naga.

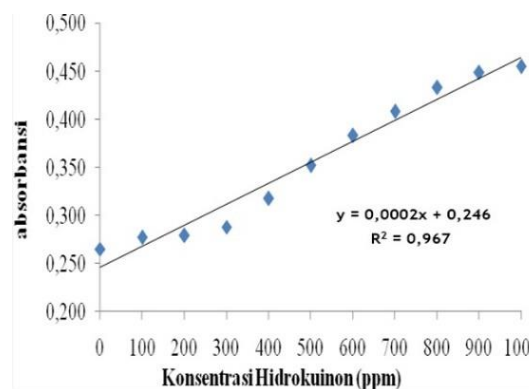
Uji Komparator Warna Untuk Deteksi Hidrokuinon Pada Krim Wajah

Pada pembuatan komparator warna untuk mendeteksi hidrokuinon memiliki beberapa tahap yaitu penentuan panjang gelombang maksimum, pengukuran absorbansi larutan komparator pada berbagai konsentrasi hidrokuinon, penentuan kurva kalibrasi dan persamaan linier konsentrasi hidrokuinon terhadap absorbansi pada panjang gelombang maksimum, dan uji coba komparator hidrokuinon pada analisis krim pemutih. Untuk tahap awal yaitu penentuan panjang gelombang maksimum dengan melakukan *scanning* larutan dari panjang gelombang 0-600 nm dan didapatkan panjang gelombang maksimum dari larutan komparator adalah 536 nm.



Gambar 5. Warna dari komparator ekstrak kulit buah naga pada berbagai variasi konsentrasi hidrokuinon 0-1000 ppm (pelarut methanol:air (1:1) v/v)

Tahap kedua yaitu pembuatan larutan komparator pada berbagai konsentrasi hidrokuinon 0 – 1000 ppm. Perubahan warna dari variasi konsentrasi hidrokuinon dapat dilihat pada Gambar 5, dimana semakin tinggi konsentrasi hidrokuinon maka larutan berwarna kecoklatan. Larutan ini selanjutnya diukur absorbansinya pada panjang gelombang 536 nm dan didapatkan kurva kalibrasi pada Gambar 6.



Gambar 6. Kurva kalibrasi dari komparator ekstrak kulit buah naga pada berbagai variasi konsentrasi hidrokuinon 0-1000 ppm (pelarut methanol:air (1:1) v/v) pada panjang gelombang 536 nm.

Pada kurva kalibrasi konsentrasi hidrokuinon terhadap absorbansi (Gambar 6) dapat ditentukan persamaan garis liniernya yaitu $y = 0,0002x + 0,246$ dengan regresi linier sebesar 0,9675. Berdasarkan persamaan linier tersebut maka sensitivitas pada analisis hidrokuinon dengan metode ini adalah $0,0002 \text{ ppm}^{-1}$.

Pada tahap selanjutnya, persamaan linier tersebut digunakan untuk menentukan konsentrasi hidrokuinon dalam krim pemutih. Krim pemutih yang dianalisis terdiri dari 2 jenis yaitu krim pemutih tanpa pengawasan (A) dan krim pemutih dari salah satu klinik kecantikan di Banyuwangi (B).

Tabel 1 Pengukuran hidrokuinon pada sampel krim pemutih

Sampel	Absorbansi ($\lambda=536$ nm)	Pengenceran	Konsentrasi Hidrokuinon (ppm)
A	0,36	1,1111	677,7778
B	0,40	1,4444	1133,8889

Berdasarkan hasil analisis hidrokuinon (Tabel 1) pada sampel (A) dan (B) menggunakan komparator ekstrak kulit buah naga dengan metode spektrofotometri UV-Vis, konsentrasi hidrokuinon pada sampel (B) lebih

tinggi dari pada sampel (A). Hasil validasi pengukuran hidrokuinon pada sampel (A) dan (B) dengan menggunakan metode Kromatografi Lapis Tipis (KLT) didapatkan bahwa sampel (A) negatif keberadaan hidrokuinon dan sampel (B) positif keberadaan hidrokuinon. Perbedaan hasil ini dimungkinkan karena konsentrasi hidrokuinon pada sampel (A) terlalu kecil sehingga tidak terdeteksi dengan metode KLT dan pengaruh pengotor lain yang mengganggu penentuan analisis hidrokuinon baik dengan metode KLT maupun metode pada penelitian ini. Pada penelitian ini masih dibutuhkan berbagai variasi perlakuan untuk mendapatkan hasil yang lebih selektif dan sensitif untuk penentuan hidrokuinon.

KESIMPULAN

Ekstrak kulit buah naga yang didapatkan pada total antosianin optimal selama ekstraksi yaitu pada kondisi lama maserasi 12 jam dan suhu pelarut 60°C (dengan pelarut akuades).

Tingkat keasaman (pH) buffer fosfat yang sensitif untuk analisis hidrokuinon adalah pH 12, dengan panjang gelombang maksimum yaitu 536 nm. Penentuan absorbansi pada konsentrasi hidrokuinon standar didapatkan persamaan garis linier $y = 0,0002x + 0,246$ dengan regresi linier 0,9675.

Berdasarkan persamaan pada garis linier, sampel (A) terukur konsentrasi hidrokuinon 677,778 ppm dan sampel (B) terukur konsentrasi hidrokuinon 1133,889 ppm. Hasil ini divalidasi dengan analisis hidrokuinon yang telah dilakukan secara kuantitatif, pada sampel (A) negatif dan sampel (B) positif.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih disampaikan kepada Universitas PGRI Banyuwangi Jawa Timur telah menyediakan tempat untuk penelitian tersebut, pembimbing saya yang membimbing saya hingga penelitian tersebut dapat terselesaikan. Serta pihak Universitas Gadjah Mada yang telah memberikan kesempatan untuk dapat mengikuti Seminar Nasional Kimia 2018 tersebut hingga tahap ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] [BPOM] Peraturan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia Nomor HK.00.05.1.55.1621.2009. Pengawasan Pemasukan Bahan Kemasan Pangan. [13 April 2009]
- [2] Navas, M.J., Jimenez-Moreno, A.M., Bueno, J.M., Saez-Plaza, P., and Asuero, A.G., 2012, Analysis and Antioxidant Capacity of Anthocyanin Pigments. Pa 313-342.
- [3] Ingrath, W., 2015, Ekstraksi Pigmen Antosianin dari Kulit Buah Naga Merah (*Hylocereus costaricensis*) Sebagai Pewarna Alami Makanan dengan Menggunakan Microwave (Kajian Waktu Pemanasan dengan Microwave dan Penambahan Rasio Pelarut Aquades dan Asam Sitrat), *Jurnal Bioproses Komoditas Tropis*, 3(3), 1-8.
- [4] Ponting, J. D., 1960, The Control of Enzymatic Browning Fruit, in Food Enzymes. Ed., H.W. Schultz, 105-124.
- [5] Hasanudin, 2001, *Penelitian Penerapan Zat Warna Alam dan Kombinasinya pada Produk Batik*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Industri Kerajinan dan Batik, Yogyakarta
- [6] Wijaya, H., 2001, Pelabelan Pangan. Di dalam: Hardiansyah,

Atmojo SM, editor. Pengendalian Mutu dan Keamanan Pangan. Jakarta: Perhimpunan Peminat Gizi dan Pangan (PERGIZI PANGAN) Indonesia, Perhimpunan Ahli Teknologi Pangan Indonesia (PATPI) dan Institut Pertanian Bogor, bekerjasama dengan Proyek CHN3, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Halaman 190.