



Perbandingan karakteristik pektin kulit buah kakao dan kulit buah kopi dalam sediaan cangkang kapsul

Comparison of cacao peel pectin capsule and coffee peel pectin capsule characterization

Diar Herawati, Nety Kurniati, Afnan Syihabuddin, Salma Shofa

Program Studi Farmasi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan, Universitas Islam Bandung

ABSTRACT

Cocoa peels and coffee peels as food industry have low economic value but have great potential because of the high levels of pectin in them. This research used microwave assistant extraction (MAE) method from cacao peel and coffee peel waste and has assessed their potential as a source of raw material for capsule shells. This research included observing the optimization of pectin extraction techniques, standardizing pectin, and observing the quality of the resulting capsule shells. The pectin used comes from cocoa peel and coffee peel waste in West Java. The test results showed that the quality of the pectin obtained from cocoa shells and coffee husks complied with IPPA (International Pectin Produce Association) standards so that these pectins could be used for industrial purposes. While the capsule shells obtained have met the organoleptic standards and the disintegration time of the capsule shells according to the Indonesian Pharmacopoeia. Some of the parameters that meet these standards were the size of the capsule shell, both the uniformity of the size of the capsule cap, the uniformity of the size of the capsule body and the minimum disintegration time. Meanwhile, the weight uniformity standards have not met the requirements. The coffee peel capsule shells also meet the Indonesian Pharmacopoeia standards in terms of uniformity of capsule cap size, uniformity of capsule body size, minimum disintegration time, and uniformity of weight. In addition, capsule shells made from cocoa peel and coffee peel meet the requirements for the characteristics of good capsule shell materials where the results of the elongation strength and tensile strength tests meet the quality requirements. So it can be seen that the pectin from cocoa and coffee peels waste have good character to be developed as a source of pectin for pharmaceutical raw materials with the addition of other excipients, such as CMC-Na and carrageenan.

Keywords: *Capsule, cocoa peel, coffee peel, microwave assistant extraction, pectin*

ABSTRAK

Kulit kakao dan kulit buah kopi sebagai limbah industri memiliki nilai ekonomi rendah tetapi memiliki potensi yang besar karena masih tingginya kadar pektin didalamnya. Penelitian ini menggunakan metode *microwave assistant extraction (MAE)* dari limbah kulit kakao dan kulit kopi serta menilai potensinya sebagai sumber bahan baku cangkang kapsul. Penelitian ini meliputi pengamatan terhadap optimisasi teknik ekstraksi pektin, standarisasi pektin, serta pengamatan terhadap kualitas cangkang kapsul yang dihasilkan. Adapun pektin yang digunakan berasal dari limbah kulit kakao dan kulit kopi di Jawa Barat. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kualitas pektin kulit kakao dan kulit kopi yang didapatkan memenuhi standar IPPA (*International Pectin Produce Association*) sehingga pektin ini dapat dimanfaatkan untuk kepentingan industri. Sementara cangkang kapsul yang didapat telah memenuhi standar organoleptik dan waktu hancur cangkang kapsul menurut Farmakope Indonesia. Beberapa parameter yang memenuhi standar tersebut adalah ukuran cangkang kapsul baik keseragaman ukuran tutup kapsul, keseragaman ukuran badan kapsul maupun waktu hancur minimal. Sementara untuk standar keseragaman bobot belum memenuhi persyaratan. Cangkang kulit kapsul berbahan kulit kopi pun memenuhi standar Farmakope Indonesia baik dari sisi keseragaman ukuran tutup kapsul, keseragaman ukuran badan kapsul, waktu hancur minimal, serta keseragaman bobot. Selain itu cangkang kapsul dari kulit kakao dan kulit kopi memenuhi persyaratan karakteristik bahan cangkang kapsul yang baik dimana hasil uji kekuatan elongasi dan kekuatan tarikan memenuhi persyaratan mutu. Sehingga dapat dilihat bahwa pektin dari limbah kulit kakao dan kopi memiliki karakter yang cukup baik untuk dikembangkan sebagai sumber pektin bagi bahan baku farmasi dengan penambahan eksipien lain yaitu CMC-Na dan karagenan.

Kata Kunci: kapsul, kulit kakao, kulit kopi, *microwave assistant extraction*, pektin.

Korespondensi: Diar Herawati, Program Studi Farmasi FMIPA Universitas Islam Bandung, Jl. Tamansari No.1, Kota Bandung, Jawa Barat, Indonesia, telp: 082116400770, email diar.herawati.e@unisba.ac.id

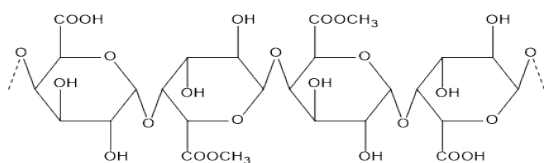
PENDAHULUAN

Salah satu bahan yang potensial dalam pembuatan cangkang kapsul adalah limbah kulit yang berbahan dasar pektin. Pada penelitian ini dilakukan isolasi, pengujian dan karakterisasi kualitas kapsul berbahan dasar pektin dari dua jenis limbah kulit buah, yaitu kulit buah kakao dan kulit buah kopi sebagai hasil samping industri pangan. Sebagai limbah industri pangan, kulit buah selama ini memiliki nilai ekonomi rendah dan menjadi sampah yang membebani lingkungan.

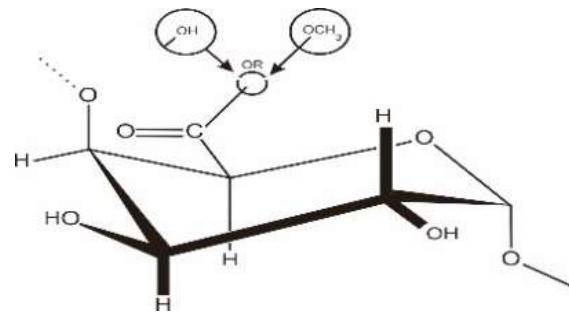
Di sisi lain konsep pemanfaatan limbah sejalan dengan semangat industri untuk pembangunan berkelanjutan yang berorientasi pada industri bebas limbah (*Zero waste*) yang umum digunakan dinyatakan oleh *Zero Waste International Alliance* (1). Sebuah standar etis, ekonomis, efisien dan visioner untuk memandu masyarakat dalam mengubah gaya hidup untuk mengikuti siklus alam yang berkelanjutan, di mana semua bahan yang dibuang telah dirancang menjadi sumber daya untuk digunakan orang lain.

Di dalam limbah kulit kakao dan kopi ini masih terkandung bahan bermanfaat yaitu pektin. Pemanfaatan pektin pada produk farmasi adalah sebagai eksipien pada cangkang kapsul. Syarat dari suatu eksipien harus bersifat *inert* secara kimia, efisien, murah, mudah didapat, dan tidak toksik. Eksipien dalam sediaan farmasi digunakan sebagai bahan untuk pengikat, pengisi, lubrikan, dan disintegan (2).

Berikut ini beberapa karakter dasar dari pektin berdasarkan penelusuran pustaka. Meliputi struktur kimia (Gambar 1) dan beberapa karakteristik dasar lainnya. Struktur senyawa pektin di bawah ini menjelaskan mengapa pektin memiliki viskositas tinggi sehingga layak dikaji pemanfaatannya sebagai bahan dasar pembuatan cangkang kapsul.



Gambar 1. Pektin



Gambar 2. Asam galakturonat

Pektin merupakan campuran polisakarida dengan komponen utama polimer asam galakturonat -D yang mengandung gugus metil ester dalam konfigurasi atom C-2. Berikut terlampir struktur kimia asam galakturonat (Gambar 2).

Dalam proses penarikan pektin dari limbah kulit kakao dan kulit coklat, dilakukan proses ekstraksi dengan dua pendekatan yaitu *Microwave-Asswasted Extraction* (MAE) sebagai metode fisika dan metode ekstraksi asam sebagai metode kimia. MAE adalah suatu teknik untuk mengekstraksi zat terlarut dari tanaman menggunakan energi gelombang mikro yang digunakan untuk meningkatkan metode ekstraksi. Metode tersebut telah terbukti efektif dalam mengurangi energi dan penggunaan pelarut dalam ekstraksi, rendemen yang lebih tinggi, akurasi dan presisi yang lebih tinggi (3). Prinsip konduksi dielektrik adalah menyusun kembali molekul dalam struktur dipolar dengan putaran yang dihadapkan pada perubahan listrik. Dipol diatur pada 2.450 MHz dan didistribusikan secara acak pada $4,9 \times 10^9$ kali dalam hitungan detik. Akibat gerakan tersebut, panas dihasilkan oleh getaran (4).

Sementara pendekatan kimia dalam ekstraksi yaitu ekstraksi asam, pada dasarnya adalah proses menghilangkan pektin dari sel-sel dalam jaringan tanaman. Ekstraksi pektin dalam suasana asam merupakan metode yang paling umum dilakukan karena dapat mengurangi terjadinya kerusakan pektin. Untuk mendapatkan hasil ekstraksi yang maksimal maka perlu dilakukan pengaturan keasaman (pH), suhu dan waktu ekstraksi (5).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan karakteristik pektin dari kulit buah (kulit kakao dan kulit kopi), serta mengetahui teknik ekstraksi terbaik untuk mengisolasi pektin dari kulit kakao dan kulit kopi. Sehingga diharapkan dapat memberikan manfaat berupa informasi tentang alternatif pektin dari limbah kulit buah sebagai bahan dasar cangkang kapsul serta meningkatkan potensi kulit kakao dan kulit kopi sebagai limbah besar industri makanan.

METODE

Pada penelitian ini terdapat enam langkah utama yaitu:

Persiapan alat dan bahan

Pada penelitian ini diperlukan peralatan ekstraksi standar, viscometer Brookfield, favigraph meter, alat pencetak kapsul, dan berbagai alat ukur standar lainnya. Semua peralatan ini terdapat di laboratorium Farmasi FMIPA Unisba. Sementara bahan yang diperlukan berupa limbah kulit kakao, limbah kulit kopi, air, larutan asam sitrat, asam klorat, NaHSO₃, CMC-Na, CaCl₂.

Tahap persiapan pektin

Pada tahap persiapan bahan kulit kakao, proses ini dimulai dengan mencuci kulit kakao. Kemudian kulit kakao dipotong-potong kemudian direndam dalam larutan asam sitrat selama 15 menit untuk meminimalkan reaksi pencoklatan (17). Selanjutnya potongan kulit kakao diletakkan di atas loyang dan dikeringkan dalam oven. Setelah itu pengeringan dilanjutkan menggunakan sinar matahari. Kulit kakao kering digiling menjadi bubuk menggunakan blender untuk memperkecil ukuran, dan diayak menjadi ukuran partikel yang lebih kecil (60 mesh).

Sementara pada tahap persiapan kulit kopi, pertama kulit kopi robusta dicuci dengan air bersih mengalir untuk menghilangkan kotoran. Kemudian bahan dikeringkan menggunakan sinar matahari untuk menghilangkan kelebihan kandungan air yang terdapat

pada bahan. Setelah itu, kulit kopi dipotong dan digiling menjadi bubuk menggunakan blender. Setelah proses persiapan bahan dilakukan proses ekstraksi pektin menggunakan metode *Microwave Assistant Extraction* (MAE) dengan asam sitrat pH 1,5. Kemudian terhadap pektin hasil MAE dilakukan berbagai reaksi untuk memperbaiki karakter pektin yang dihasilkan.

Tahap ekstraksi pektin

Pada proses ekstraksi pektin kopi menggunakan pelarut air destilasi dengan penambahan HCl dan asam sitrat sebagai pembuat suasana asam dengan nilai gradien pH, selama 2 jam pada suhu 80°C menggunakan metode refluks. Setelah ekstraksi, filtrat pektin yang diperoleh kemudian diendapkan dengan menambahkan etanol 96% ditambah 2 ml HCl pekat. Kemudian ekstrak dicuci dan dikeringkan menggunakan oven hingga terbentuk serbuk pektin.

Ekstrak kemudian dicuci dan dikeringkan menggunakan oven hingga terbentuk serbuk pektin. Pengeringan dilakukan agar pelarut yang masih terkandung dalam pati basah dapat diuapkan sampai terbentuk pati kering (8). Proses pengeringan pati dilakukan pada suhu 40°C agar tidak terjadi perubahan warna bahan dan penurunan mutu pati (9).

Karakterisasi pektin

Terhadap hasil pektin kulit kopi dan kakao yang diperoleh dilakukan uji karakterisasi pektin: Organoleptik, pH, kadar air, kadar abu, viskositas dengan viskometer *Brookfield*, uji kekuatan gel dengan *favigraph* meter dan formulasi untuk pembuatan cangkang kapsul. Uji karakteristik pektin ini mengacu pada standar IPPA (*International Pectin Producers Association*) (21).

Setelah bahan limbah kulit kakao dan kulit kopi disiapkan, dilakukan proses ekstraksi pektin menggunakan metode *Microwave Assistant Extraction* (MAE) dengan pelarut asam sitrat pH 1,5 (18). Setiap 5 gram serbuk kulit kakao kering dimasukkan ke

dalam masing-masing wadah *microwave* yang telah ditambahkan 1 mL NaHSO₃ 39% dan 50 ml asam sitrat pH 1,5 kemudian disinari dengan energi gelombang mikro dengan daya 600 Watt selama 45 menit pada suhu 85°C.

Tepung pektin dilarutkan dengan aquadest. Larutan dipanaskan sampai 70°C sampai larut sempurna. Pada saat yang sama, larutkan CMC-Na dan CaCl₂ dengan aquadest kemudian panaskan hingga 60°C. Sementara terhadap pektin kulit kopi dilakukan variasi formulasi dengan menggabungkan pektin kopi, air, CMC-Na, CaCl₂ dalam tiga formula.

Setelah kedua suhu masing-masing larutan tercapai, campurkan kedua larutan dan panaskan terlebih dahulu hingga suhu 90°C. Jika suhu pencampuran telah tercapai, maka larutan dituangkan ke dalam cetakan dan dikeringkan pada suhu kamar 20-25°C dengan kelembaban 40-45% selama ± 2 jam. Dari ketiga formulasi yang akan dibuat, akan dipilih formula terbaik untuk mengevaluasi cangkang kapsul.

Tepung pektin dilarutkan dengan aquadest. Larutan dipanaskan sampai 70°C sampai larut sempurna. Pada saat yang sama, larutkan karagenan dengan aquadest. Setelah kedua suhu masing-masing larutan tercapai, campurkan kedua larutan dan panaskan terlebih dahulu hingga suhu 90°C. Jika suhu pencampuran telah tercapai, maka larutan dituangkan ke dalam cetakan dan dikeringkan pada suhu kamar 20-25°C dengan kelembaban 40-45% selama ± 2 jam.

Formulasi

Terhadap pektin yang telah dipisahkan dilakukan formulasi dengan menggabungkan pektin kakao, air, CMC-Na, CaCl₂ dalam tiga formula. Penyusunan formula didasarkan pada beberapa formulasi amilopektin dan *edible film* berbasis pektin yang memiliki karakter serupa dengan basis cangkang kapsul (19,20). Adapun formula tersebut terdapat pada Tabel 1 untuk cangkang kapsul dari pektin kakao, dan table 2

untuk cangkang kapsul dari pektin kopi berikut ini;

Tabel 1. Formula cangkang kapsul pektin kakao

Campuran	Formula I (%)	Formula II (%)	Formula III (%)
Pektin kulit kakao	0,78	0,85	1
CMC-Na	8	9	10
CaCl ₂	0,03	0,03	0,03
Air	91,9	90,12	88,97

Tabel 2. Formula cangkang kapsul pektin kopi

Campuran	Formula I (%)	Formula II (%)	Formula III (%)
Pektin kulit kopi	0,84	0,8	0,78
Karagenan	0,73	1,68	5,00
Air	98,43	97,48	94,22

Dari ketiga formulasi yang akan dibuat, akan dipilih formula terbaik untuk mengevaluasi cangkang kapsul. Setelah formula terbentuk baik, dilakukan proses pencetakan menggunakan printer kapsul dengan wadah pewarna. Untuk yang pertama, kedua pektin dilarutkan dalam air steril. Sebelum itu, gliserin ditambahkan ke dalam larutan dan diaduk hingga homogen dan larutan pektin dipindahkan ke dalam wadah pencelupan (cangkang kapsul) dan dipanaskan di atas penangas air pada suhu 45°C selama 20 menit. Kemudian cangkang kapsul yang didapat setelah dioptimisasi formulanya diuji kualitasnya dengan metode celup, uji homogenitas dan uji disintegrasi dengan disintegrasi tester.

Evaluasi cangkang kapsul

Terhadap kapsul yang telah dicetak dilakukan evaluasi cangkang kapsul baik yang berbahan dasar pektin kakao dan pektin kopi, homogenitas cangkang kapsul diamati dari panjang, diameter, ketebalan, dan beratnya. Pengujian berat kapsul bertujuan untuk mengetahui ketebalan cangkang kapsul, dimana semakin tebal cangkang kapsul maka semakin meningkat berat kapsulnya, dan akan memengaruhi pada proses uji waktu hancur. Pada saat proses pencelupan dan pemutaran cetakan setelah pencelupan juga memengaruhi ketebalan kapsul yang diperoleh

karena proses ini masih dilakukan secara manual bukan menggunakan mesin (14).

Untuk disintegrasi yang diuji pada *disintegration tester*, masukkan 5 kapsul ke dalam keranjang, lalu miringkan keranjang sebanyak 30 kali per menit. Uji daya regang merupakan persentase perubahan panjang film saat ditarik, dimana perubahan panjang tersebut dapat dilihat saat film robek, semakin tinggi konsentrasi bahan yang digunakan maka semakin menurunkan kemuluran yang dihasilkan (15). Semakin meningkatnya konsentrasi bahan maka semakin meningkat matriks yang terbentuk sehingga film menjadi lebih kuat, namun akan terjadi penurunan kemuluran film apabila terkena gaya sehingga menyebabkan film mudah patah (16).

HASIL

Metode MAE dipilih karena waktu pengerjaan yang lebih singkat, pelarut yang diperlukan lebih sedikit, akurasi dan presisi yang lebih tinggi (6). Suhu optimal yang digunakan dalam ekstraksi pektin yaitu 60-90°C (7).

Adapun penambahan 39% NaHSO₃ digunakan sebagai pemutih agar pektin yang dihasilkan tidak berwarna coklat. Setelah proses ekstraksi dihentikan, ampas kulit kakao disaring dengan filter vakum dan menggunakan kertas saring (Whatman No. 42) untuk mendapatkan filtrat yang diinginkan.

Tujuan dari perendaman dengan NaCl yaitu untuk dapat menurunkan kadar oksalat pada tepung talas. Senyawa oksalat tersebut dapat menyebabkan adanya rasa gatal sehingga ditambahkan NaCl untuk dapat menurunkan kadar kalsium oksalat. Hal ini dikarenakan NaCl dapat terionisasi dalam aquades menghasilkan ion Na⁺ dan Cl⁻ sehingga menghasilkan natrium oksalat dan suatu endapan kalsium diklorida yang akan larut dalam aquades (10).

Perendaman dengan asam sitrat berfungsi sebagai penurun pH dan *chelating agent*. Sebagai *chelating agent*, asam sitrat dapat mengkompleks ion tembaga yang berperan sebagai katalis dalam

reaksi pencoklatan. Selain itu asam sitrat juga dapat menghambat pencoklatan dengan cara menurunkan pH jaringan lebih kecil dari pada pH optimum enzim *polyphenol oxidase* yang berkisar antara 4.0-7.0 sehingga menjadi inaktif (18).

Hasil analisis pektin didasarkan pada analisis amilosa/amilopektin. Karena proporsi jumlah amilosa terhadap jumlah amilopektin dalam pati sangat menentukan kualitas produk dan tujuan penggunaannya di industri. Hal ini terjadi karena proporsi kadar amilosa terhadap amilopektin sangat berperan dalam proses gelatinisasi (11). Berikut ini adalah Tabel 3 berisi rangkuman hasil evaluasi terhadap cangkang kapsul pektin kulit kakao dan kapsul pektin kulit kopi yang telah dilakukan beserta hasil evaluasi basis cangkang kapsul sebelum pencetakan;

Tabel 3. Hasil evaluasi kapsul dan basis kapsul

	Kapsul Pektin Kulit Kakao	Kapsul Pektin Kulit Kopi	Standar Farmakope Indonesia dan Industri Kapsul
Warna	Coklat muda	Coklat muda	Tidak pasti
Tranparansi	Buram	Transparan	Transparan
Tekstur	Halus	Keras	Keras
Bau	Tidak berbau	Tidak berbau	Tidak berbau
Bobot (mg)	180	50,35	Maks. 150
Panjang (mm)	23	22,39	21,00-22,00
Diameter Badan Kapsul (mm)	7,31	7,58	7,290+0,203
Diameter Tutup Kapsul (mm)	7,495	7,66	7,569+0,305
Uji Disolusi	9'5"	5'26"	Maks. 15'
Daya Regang (%)	19,87	Tidak ada data	Tidak pasti

PEMBAHASAN

Berikut dua tujuan utama dalam penelitian ini adalah; pertama mengetahui cara terbaik untuk ekstraksi pektin dari kulit kakao dan limbah kulit kopi. Serta kedua mengetahui formula pembuatan cangkang kapsul pektin kulit kakao dan kulit kopi.

Rendemen pektin dari kulit kakao yang diperoleh pada penelitian ini adalah 5,3038%.

Rendemen pektin yang diperoleh di bawah kisaran rendemen pektin menurut literatur disebabkan karena penanganan sampel saat pengeringan menggunakan sinar matahari yang tidak terkontrol, metode MAE yang digunakan dalam literatur dan yang dilakukan saat penelitian berbeda, ekstraksi suhu, waktu kontak antara bahan baku dan pelarut, rasio pelarut dengan bahan ekstraksi, dan keasaman yang digunakan dalam larutan ekstraksi (pH) adalah pH 1,5 sedangkan menurut standar industri, pektin stabil pada pH 2-4 (21).

Sedangkan rendemen pektin kulit buah kopi yang diperoleh sebesar 6,629%. Rendemen dapat disebabkan oleh beberapa faktor pada saat ekstraksi, seperti suhu ekstraksi, rasio antara bahan dan pelarut, lama waktu ekstraksi, dan keasaman (pH) larutan ekstraksi. Berdasarkan fakta yang kami capai menyimpulkan bahwa ekstraksi asam lebih baik dari pada ekstraksi *microwave* dalam isolasi pektin. Karena pektin sebagai rantai amilum memiliki rantai non-hidrofobik yang putus dalam kondisi asam. Sebuah rantai hidrofobik membutuhkan pH dalam suasana asam untuk menetralkannya setelah panas yang dipaparkan dari pemanasan *microwave*. Proses ekstraksi asam dihentikan ketika tercapai kesetimbangan antara konsentrasi senyawa dalam pelarut dengan konsentrasi dalam sel tanaman. Setelah proses ekstraksi, pelarut dipisahkan dari sampel dengan penyaringan (12).

Formula terbaik untuk kapsul pektin kulit kakao adalah formula nomor 3 yang merupakan campuran Pektin-CMCNa-CaCl₂-air 1:10:0,03:88,97); Formula terbaik untuk kapsul pektin kulit kopi adalah formula nomor 3 campuran pektin-karagenan-air (0,78: 5: 94,22).

Untuk formula kedua, formula terbaik untuk kapsul pektin kulit kakao adalah formula ketiga juga dengan CMC-Na, CaCl₂, air, dan formula terbaik untuk kapsul pektin kulit kopi adalah formula ketiga dengan karagenan dan air dimana kandungan pektin sekitar 1%, meskipun pektin kulit kakao dan

kulit kopi memenuhi beberapa persyaratan karakterisasi pektin. Pada tahap pencetakan larutan pektin dipindahkan ke dalam wadah pencelupan (cangkang kapsul) dan dipanaskan di atas penangas air pada suhu 45°C selama 20 menit.

Setelah tahap pencetakan, evaluasi kulit kapsul kakao dan kulit kopi mengacu pada persyaratan (13) seperti spesifikasi cangkang kapsul yang ditinjau dari panjang, diameter, ketebalan, berat, uji hancur (< 15 menit) dan uji disolusi (< 15 menit). Tujuan penelitian ini adalah untuk memperbaiki sifat fisik dan kimia kulit buah pektin sebagai bahan dasar cangkang kapsul untuk memenuhi kebutuhan farmasi dan meningkatkan rendemen pektin yang diperoleh. Pektin murni dari kulit kakao dan kulit kopi memiliki tipe aliran reologi tiksotropik dan membutuhkan sifat kimia untuk membuat ikatan kimia sebagai konsekuensinya. Sebaliknya, perbaikan fisik dalam isolasi pektin dapat meningkatkan hasil pektin melalui pembuatan karakterisasi pektin yang lebih baik untuk produk lain non-kapsul.

Terhadap cangkang kapsul hasil pencetakan dilakukan evaluasi yang mengacu pada standar cangkang kapsul di pustaka Farmakope Indonesia edisi V dan standar produsen kapsul PT Kapsulindo Nusantara (13). Berdasarkan hasil spesifikasi cangkang kapsul yang meliputi berat kapsul, panjang kapsul total, diameter badan dan diameter tutup, dimana pengujian panjang dan diameter kapsul menggunakan jangka sorong sedangkan pengujian berat kapsul menggunakan neraca analitik.

SIMPULAN

Dapat disimpulkan bahwa penggunaan asam klorida untuk ekstraksi hidrolisis lebih baik dari pada metode *Microwave-Assisted Extraction* (MAE) untuk isolasi pektin, terutama untuk memutuskan rantai non-hidrofobik. Serta diketahui bahwa pektin dari limbah kulit kakao dan kopi memiliki karakter yang baik sebagai pektin yang merupakan salah satu bahan baku farmasi. Tetapi hasil uji karakteristik

kapsul dari pektin limbah kulit kakao dan kopi membutuhkan penambahan eksipien lain (CMC-Na dan karagenan) untuk memenuhi standar farmasi. Sehingga dapat disimpulkan pektin limbah kulit kakao dan kopi dapat dikembangkan sebagai bahan utama cangkang kapsul tetapi memiliki potensi sebagai eksipien farmasi lainnya. Dimungkinkan juga penambahan eksipien lain untuk memperbaiki karakter pektin yang terbentuk.

SARAN

Pada penelitian selanjutnya disarankan dilakukan karakterisasi lebih lanjut mengenai teknik perbaikan karakteristik pektin bersumber pektin buah kakao dan kopi sehingga dapat dimanfaatkan lebih optimal dalam produk farmasi lainnya (non kapsul).

DAFTAR PUSTAKA

1. Zero Waste International Alliance. Definisi Zero Waste [Internet]; 2014, diakses pada tanggal 19 Desember 2018 pukul 19.00 WIB.
2. Sakinah R. Isolasi, karakterisasi sifat fisikokimia, dan aplikasi pati jagung dalam bidang farmasetik. *Suplemen*. 2018;16(2).
3. Castillo IKA., Baguio S., Diasanta MD., Lizardo RC., Dizon E., Mejico MI. Extraction and characterization of pectin from saba banana [Moses 'Saba'(Musa acuminata x Musa Balbisiana)] peel wastes: A preliminary study. *Int Food Res J*. 2015;22(2).
4. Ruhan A. Microwave-Asswasted green extraction technology for sustainable food processing. *J Dep Food Process Yasar Univ*. 2018;
5. Nurhikmat A. Ekstraksi pektin dari apel lokal: optimalisasi pH dan waktu hidrolisis. Yogyakarta: Balai Pengembangan Proses dan Teknologi Kimia-LIPI; 2003.
6. Lijun W, Curtis L. Recent advances in extraction of nutraceutical from plants. In: *Food Science and Technology*. Lincoln: Department of Biological Systems Engineering University of Nesbraka; 2006.
7. Ristianingsih Y, Iryanti F., Dian S., I Putu A. Pengaruh konsentras HCl dan pH pada ekstraksi pektin dari albedo durian dan aplikasinya pada proses pengentalan karet. *Univ Lambung Mangkurat*. 2014;3(1).
8. Syihabuddin A, Herawati D, Kurniaty N. Optimasi dan karekterisasi pektin dari kulit buah coklat (*Theobroma cacao L.*) sebagai alternatif bahan pembuatan cangkang kapsul keras. In: *Prosiding Farmasi*. 2019.
9. Martunis. Pengaruh suhu dan lama pengeringan terhadap kuantitas dan kualitas pati kentang varietas Granola. *JTIP Ind*. 2012;4(3).
10. Chotimah S, Fajarini T. Reduksi kalsium oksalat dengan perebusan menggunakan larutan NaCl dan penepungan untuk meningkatkan kualitas sente (*Alocasia Macrorrhiza*) sebagai bahan pangan. *J Teknol Kim dan Ind*. 2013;2(2).
11. Prameswari A, Siadi K, Cahyono E. Analisis rasio kadar amilosa/amilopektin dalam amilum dari beberapa jenis umbi. *Analisis Rasio Kadar Amilosa/Amilopektin Dalam Amilum Dari Beberapa Jenis Umbi*. *Indo J Chem Sci*. 2015;4(1).
12. Mufarrikha I. Optimasi kondisi produksi pektinase dari *aspergillus niger*. *Kim Student J*. 2014;2(1).
13. Departemen Kesehatan RI. *Farmakope Indonesia*. V. Jakarta: Direktorat Jendral Pengawasan Obat dan Makanan; 2014.
14. Hidayana D. Karakterisasi dan pembuatan cangkang kapsul dari tepung pektin lidah buaya [*Aloe vera (L.) Burm f.*] sebagai alternatif bahan pembuatan cangkang kapsul keras. *Universitas Islam Bandung*; 2017.
15. Rachmawati. Ekstraksi dan karakteristik pektin cincau hijau (*Premna oblongifolia M*) untuk pembuatan edible film. *Universitas Sebelas Maret*; 2009.
16. Barus S. Karakteristik film pati biji nangka (*Artocarpus integra M*) dengan penambahan CMC. *Universitas Atma Jaya Yogyakarta*; 2002.
17. Erika, C. Ekstraksi Pektin Dari Kulit Kakao (*Theobroma cacao L.*) Menggunakan Amonium Oksalat, *Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh*; 2013
18. Syamsiyah, S. Karakteristik Fisik, Kimia dan Organoleptik Selai Kenitu (*Chrysophyllum Cainito*) Dengan Variasi Penambahan Gula Kristal Putih dan Pektin; *Universitas Jember*; 2010
19. Christi, G.J., dkk. Optimazation of Formula Film based on Amylopectin *Cassava* Starch and Carrageenan as a Raw Materials of Capsule Shell, *Current Biochemsitry Volume 3* (1): 20-32; 2016
20. Jacobeb, dkk. Pembuatan Edible Film Dari Pati Buah Lindur Dengan Penambahan Gliserol Dan Karaginan. *JPHPI* 2014, Volume 17 Nomor 1. Bogor; 2014
21. International Pectin Producers Association. (2012). *What is Pectin*. Dari: http://www.ippa.info/what_is_pectin.htm, diakses pada tanggal 21 November 2017 pada pukul 20.01 wib.