

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI BEADS ALGINAT-SELULOSA DARI
BATANG JAGUNG DENGAN VARIASI SENYAWA POROGEN**

SKRIPSI

Oleh:
Nanang Qazim
NIM. 14630023



**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2019**

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI BEADS ALGINAT–SELULOSA DARI
BATANG JAGUNG DENGAN VARIASI SENYAWA POROGEN**

SKRIPSI

Oleh:
NANANG QAZIM
NIM. 14630023

Diajukan Kepada:
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)

**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2019**

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI BEADS ALGINAT-SELULOSA DARI
BATANG JAGUNG DENGAN VARIASI SENYAWA POROGEN**

SKRIPSI

Oleh:
NANANG QAZIM
NIM. 14630023

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji
Tanggal: 17 Juni 2019

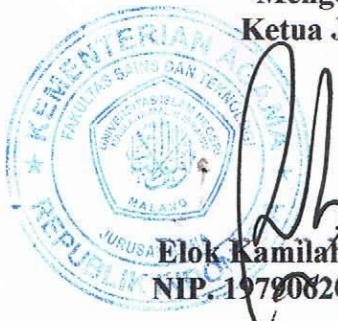
Pembimbing I

Eny Yulianti, M.Si
NIP. 19760611 200501 2 006

Pembimbing II

Mujahidin Ahmad, M. Sc
NIP. 19860512 201903 1 003

Mengetahui,
Ketua Jurusan



Elok Kamilah Hayati, M.Si
NIP. 19790820 200604 2 002

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI BEADS ALGINAT-SELULOSA DARI
BATANG JAGUNG DENGAN VARIASI SENYAWA POROGEN**

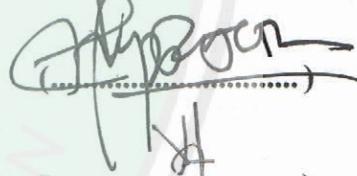
SKRIPSI

Oleh:
NANANG QAZIM
NIM. 14630023

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi
Dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)
Tanggal: 17 Juni 2019

Pengaji Utama : Elok Kamilah Hayati, M. Si
NIP. 19790620 200604 2 002

(.....)



(.....)



Ketua Pengaji : Dr. Anton Prasetyo
NIP. 19770925 200604 1 003

Sekretaris Pengaji : Eny Yulianti, M. Si
NIP. 19760611 200501 2 006

Anggota Pengaji : Mujahidin Ahmad, M. Sc
NIP. 19860512 201903 1 003

Mengesahkan,
Ketua Jurusan



Elok Kamilah Hayati, M.Si
NIP. 19790620 200604 2 002

PERNYATAAN ORISINILITAS PENELITIAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Nanang Qazim
NIM : 14630023
Jurusan : Kimia
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul Penelitian : "Sintesis dan Karakterisasi Beads Alginat-Selulosa Xantat
dari Batang Jagung dengan Variasi Senyawa Porogen"

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa skripsi ini merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilan data, tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya, kecuali dengan mencantumkan sumber kutipan pada daftar pustaka. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia mempertanggungjawabkannya sesuai peraturan yang berlaku.

Malang, 20 Juni 2019
Yang Membuat Pernyataan,



Nanang Qazim
NIM. 14630023

HALAMAN PERSEMBAHAN

Maha karya ini saya persembahkan untuk kedua orang tua saya Bapak Mustajib dan Ibu Inyati, yang selalu mendoakan yang terbaik bagi saya.

Seluruh guru-guru yang telah memberikan banyak pengetahuan hingga sekarang ini.

Ibu Eny Yulianti, M. Si dan Bapak Dr. Anton Prasetyo yang senantiasa membimbing saya dalam proses penyelesaian maha karya ini.

Tim penelitian "*beads*" Nur Wahidatul Azizah, Cicik nurul hidayah, wahyu adhi putra, anggun dan anastika.

Ustad faiz afghany dan ustad zaini yang telah memberikan sponsor dana demi terselesainya maha karya ini.

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr. Wb.

Syukur alhamdulillah penulis haturkan kehadiran Allah SWT. yang telah melimpahkan Rahmat dan HidayahNya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Sintesis dan Karakterisasi *Beads* alginat-selulosa dari batang jagung dengan variasi senyawa porogen”. Shalawat dan salam selalu penulis haturkan kepada Nabi Muhammad SAW. sebagai sosok yang menjadi teladan dalam membawa peradaban manusia yang lebih maju.

Selanjutnya penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu terselesainya skripsi ini. Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada:

1. Bapak dan Ibu, yang senantiasa memberikan do'a dan restunya kepada penulis dalam menuntut ilmu.
2. Eny Yulianti, M.Si. dosen pembimbing yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan.
3. Dr. Anton Prasetyo, M.Si. selaku konsultan yang telah memberikan pengarahan.
4. Mujahidin Ahmad, M.Sc. selaku pembimbing agama yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan kajian integrasi sains dan islam.
5. Dr. Akyunul Jannah selaku dosen wali yang telah memberikan bimbingan kepada penulis selama 5 tahun pendidikan.
6. Elok Kamilah Hayati, M.Si., selaku Ketua Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
7. Dr. Sri Harini, M.Si., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

8. Prof. Dr. Abdul Haris, M.Ag., selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
9. Segenap civitas akademika Jurusan Kimia, terutama seluruh dosen, terima kasih atas segenap ilmu dan bimbingannya.
10. Semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih terdapat kekurangan dan penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat kepada para pembaca, khususnya bagi penulis. *Amin Ya Rabbal Alamin.*

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Malang, 21 Juni 2019

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN ORISINILITAS PENELITIAN	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xii
ABSTRAK	xiii
ABSTRACT	xiv
المستخلص	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Batasan Masalah	6
1.5 Manfaat Penelitian	6
BAB II DASAR TEORI.....	7
2.1 Material Penghantar Obat	7
2.2 Selulosa sebagai Material Penghantar Obat.....	8
2.3 Jagung Sumber Selulosa	9
2.4 Ekstraksi Selulosa	11
2.5 Sintesis Materi Penghantar Obat (<i>beads</i>).....	13
2.6 Teknik Pencetakan <i>Beads</i>	16
BAB III METODE PENELITIAN	18
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	18
3.2 Alat dan Bahan	18
3.2.1 Alat	18
3.2.2 Bahan.....	18
3.3 Rancangan Penelitian	19
3.4 Tahapan Penelitian	19
3.5 Pelaksanaan Penelitian	20
3.5.1 Preparasi Sampel	20
3.5.2 Ekstraksi Selulosa dari Batang Jagung.....	20
3.5.3 Pembuatan Selulosa Xantat.....	20
3.5.4 Penentuan Konsentrasi Terbaik Porogen CaCO ₃	21
3.5.5 Karakterisasi <i>Beads</i>	21
3.5.5.1 Uji <i>Swelling Beads</i>	21
3.5.5.2 Analisis Gugus Fungsi.....	22
3.5.5.3 Analisis Morfologi Permukaan	22
3.5.5.4 Penentuan Panjang Gelombang Optimum <i>Methylen Blue</i> ...	22

3.5.5.5 Pembuatan Kurva Standar	22
3.5.5.6 Adsorpsi <i>Methylen Blue</i> pada <i>Beads</i>	23
3.5.6 Analisis Data	23
 BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	 25
4.1 Tahapan ekstraksi Selulosa Batang Jagung	25
4.2 Pembuatan <i>Beads</i> Alginat-Selulosa Xantat	28
4.3 Pengaruh Penambahan Porogen CaCO ₃ terhadap Daya <i>Swelling Beads</i>	29
4.4 Karakterisasi <i>Beads</i> Alginat-Selulosa Xantat	32
4.4.1 Analisis Gugus Fungsi <i>Beads</i> Alginat-Selulosa Xantat	32
4.4.2 Karakterisasi dengan Mikroskop Optik.....	37
4.4.3 Karakterisasi SEM-EDX	38
4.5 Adsorpsi <i>Methylen Blue</i> pada <i>Beads</i>	40
4.5.1 Penentuan panjang gelombang optimum <i>methylen blue</i>	40
4.5.2 Pembuatan kurva standar <i>methylen blue</i>	41
4.5.3 Adsorpsi <i>methylen blue</i> menggunakan <i>beads</i>	42
4.6 Hasil Penelitian dalam Perspektif Islam	43
 BAB V PENUTUP	 46
5.1 Kesimpulan	46
5.2 Saran.....	47
 DAFTAR PUSTAKA	 48
 LAMPIRAN	 51

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Rancangan Penelitian	51
Lampiran 2.	Diagram Alir	52
Lampiran 3.	Perhitungan Preparasi Larutan	58
Lampiran 4.	Perhitungan Hasil Penelitian	65
Lampiran 5.	Tabel Hasil Uji Post Hoc	67
Lampiran 6.	Tabel Hasil Uji LSD	68
Lampiran 7.	Data Mikroskop Optik	69
Lampiran 8.	Data gugus fungsi serbuk batang jagung, selulosa hasil ekstraksi selulosa xantat, <i>beads</i> tanpa porogen, <i>beads</i> 0,5 gram, <i>beads</i> 1 gram dan <i>beads</i> 1,5 gram	71
Lampiran 9.	Data Karakterisasi SEM-EDX	75
Lampiran 10.	Data Absorbansi <i>Methylen Blue</i>	82

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Sistem penjerapan obat.....	9
Gambar 2.2	Struktur selulosa	11
Gambar 2.3	Spektra FTIR batang jagung berbagai ukuran.....	12
Gambar 2.4	Reaksi <i>crosslink</i>	14
Gambar 2.5	SEM selulosa <i>beads</i> dengan variasi porogen	15
Gambar 2.6	Teknik pencetakan <i>beads</i>	17
Gambar 4.1	Bentuk fisik ampas batang jagung, lindi hitam dan ekstrak selulosa hasil delignifikasi.....	26
Gambar 4.2	Hasil perlakuan <i>bleaching</i> , hasil <i>bleaching</i> dan hasil hidrolisis	26
Gambar 4.3	Alkali selulosa dan selulosa xantat.....	27
Gambar 4.4	Proses pencetakan <i>beads</i> , pendiaman <i>beads</i> dan <i>beads</i> setelah pemanasan suhu 37°C.....	28
Gambar 4.5	Data <i>swelling beads</i>	29
Gambar 4.6	Gugus fungsi serbuk batang jagung, selulosa hasil ekstraksi dan selulosa xantat.....	33
Gambar 4.7	Gugus fungsi <i>beads</i> tanpa porogen, <i>beads</i> porogen 0,5 gram, <i>beads</i> porogen 1 gram, dan <i>beads</i> porogen 1,5 gram	35
Gambar 4.8	Hasil pengamatan dengan mikroskop optik <i>beads</i> tanpa porogen <i>beads</i> porogen 0,5 gram, <i>beads</i> porogen 1 gram, dan <i>beads</i> porogen 1,5 gram.....	37
Gambar 4.9	Hasil karakterisasi SEM <i>beads</i> pada perbesaran 10.000x (a) tanpa porogen, (b) porogen 0,5 gram, (c) porogen 1 gram, dan (d) porogen 1,5 gram	39
Gambar 4.10	Kurva standar <i>methylen blue</i>	41
Gambar 4.11	Penurunan konsentrasi <i>methylen blue</i>	42

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Analisis daya <i>swelling</i> pada variasi porogen CaCO ₃	21
Tabel 4.1	Hasil Uji LSD antara interaksi penambahan porogen dengan waktu perendaman terhadap daya <i>swelling beads</i>	30
Tabel 4.2	Data bilangan gelombang serbuk batang jagung, selulosa hasil ekstraksi, dan selulosa xantat hasil	34
Tabel 4.3	Data bilangan gelombang <i>beads</i> tanpa porogen, <i>beads</i> porogen 0,5 gram, <i>beads</i> porogen 1 gram, dan <i>beads</i> porogen 1,5 gram.....	36
Tabel 4.4	Pengukuran panjang diameter <i>beads</i> (mm) kering dan basah dengan piranti lunak Image-J	38
Tabel 4.5	<i>Range</i> panjang pori <i>beads</i>	40
Tabel 4.6	Kandungan unsur <i>beads</i> alginat-selulosa xantat.....	40
Tabel L.3.1	Konsentrasi <i>methylen blue</i> yang teradsorp <i>beads</i>	63
Tabel L.3.2	Massa <i>beads</i> pada adsorpsi <i>methylen blue</i>	64
Tabel L.4.2.1	Data <i>swelling beads</i> alginat-selulosa xantat	65
Tabel L.5	Tabel hasil uji Post Hoc.....	67
Tabel L.6	Tabel hasil uji LSD.....	68
Tabel L.7.5	Pengukuran diameter <i>beads</i> sebelum <i>swelling</i> dengan piranti lunak image-J	70
Tabel L.7.6	Pengukuran diameter <i>beads</i> setelah <i>swelling</i> dengan piranti lunak image-J.....	70
Tabel L.9.5	Pengukuran panjang pori <i>beads</i> tanpa porogen.....	78
Tabel L.9.6	Pengukuran panjang pori <i>beads</i> 0,5 gram porogen	78
Tabel L.9.7	Pengukuran panjang pori <i>beads</i> 1 gram porogen	79
Tabel L.9.8	Pengukuran panjang pori <i>beads</i> 1,5 gram porogen	79

ABSTRAK

Qazim, N. 2019. **Sintesis dan Karakterisasi Beads Alginat-Selulosa dari Batang Jagung dengan Variasi Senyawa Porogen.** Pembimbing I: Eny Yulianti, M. Si.; Pembimbing II: Mujahidin Ahmad, M. Sc.; Konsultan: Dr. Anton Prasetyo.

Kata Kunci: Material Pengantar Obat, *Beads*, Alginat, Selulosa Xantat, Agen *Crosslink*, Porogen CaCO_3 .

Beads merupakan material berpori yang memiliki ukuran diameter mikrometer hingga milimeter. *Beads* dapat dibuat dengan mengkompositkan alginat dengan selulosa xantat. *Beads* komposit alginat-selulosa xantat mempunyai kemampuan menyerap air namun memiliki kekuatan mekanis yang rendah. Penambahan agen porogen CaCO_3 dapat menghasilkan pori *beads* yang lebih baik sehingga bisa meningkatkan daya serap *beads*. Kekuatan mekanis *beads* dapat ditingkatkan dengan merendam *beads* alginat-selulosa xantat dengan agen *crosslink* zink asetat. Pencetakan *beads* dilakukan dengan metode gelasi ionik. Metode ini dapat meningkatkan kekuatan mekanis *beads* melalui proses ikat silang alginat dengan zink asetat. Sintesis *beads* alginat-selulosa xantat dilakukan dengan menggunakan metode gelasi ionik. Karakterisasi sampel menggunakan FTIR (fourier transform infrared) dan SEM-EDX (scanning electron microscope-electron dispersive xray), mikroskop optik, serta dilakukan uji swelling *beads*.

Sintesis *beads* alginat-selulosa xantat didapatkan *beads* dengan karakter yang berbentuk bulat dan memiliki kekuatan mekanis yang tinggi. Hal ini ditandai dengan adanya puncak gelombang baru pada hasil spektra FTIR yaitu pada panjang gelombang 1117 cm^{-1} , 1000 cm^{-1} , dan 520 cm^{-1} yang menandakan telah terbentuknya gugus xantat. *Beads* yang dihasilkan juga lebih berpori hal ini ditandai dengan hasil karakterisasi SEM yang menunjukkan permukaan partikel *beads* dengan konsentrasi porogen lebih tinggi dihasilkan pori yang lebih terbentuk. Pori yang dihasilkan berbentuk lipatan-lipatan. Adanya penambahan porogen menghasilkan *beads* berbentuk bulat hal ini ditunjukkan dari gambar mikroskop optik. *Beads* tanpa porogen mempunyai bentuk yang tidak bulat dibandingkan *beads* dengan penambahan porogen. Kekuatan mekanis *beads* lebih tinggi hal ini ditandai dengan terdapatnya unsur zink pada hasil EDS yaitu sebesar 59,16%, 54,72%, 53,26%, dan 55,77% untuk masing-masing *beads* tanpa porogen, *beads* 0,5 gram porogen, *beads* 1 gram porogen, dan *beads* 1,5 gram porogen. *Beads* dengan porogen 0,5 gram mempunyai daya swelling yang lebih tinggi yaitu sebesar 14,83%. Kapasitas adsorpsi *beads* tertinggi pada waktu perendaman 408 jam yaitu sebesar 80,76 mg/g sedangkan kapasitas terendah pada 384 jam yaitu sebesar 46,88 mg/g.

ABSTRACT

Qazim, N. 2017. **Synthesis and Characterization of Alginate-Cellulose Beads from Corn Stalk with Porogen Compound variations.** Supervisor I: Eny Yulianti, M.Si; Supervisor II: Mujahidin Ahmad, M. Sc.; Consultant: Dr. Anton Prasetyo.

Keywords: drug delivery material, *beads*, alginate, cellulose xanthate, *crosslink* agent, porogen CaCO_3 .

Beads are porous materials have a micrometer diameter up to millimeters. *Beads* can be made by composing alginate with cellulose xanthate. Alginate-cellulose xanthate composite *beads* have the ability to absorb water but have low mechanical strength. The addition of a porogen CaCO_3 agent can produce better *beads* pore that it can increase the absorption of *beads*. The mechanical strength of the *beads* can be improved by soaking the alginate-cellulose xanthate *beads* with a crosslinked zinc acetate agent. Making *Beads* was carried out by ionic gelation method. This method can increase the mechanical strength of *beads* with the crosslinking process of alginate with zinc acetate. The synthesis of alginate-cellulose xanthate *beads* was carried out using ionic gelation method. Characterization of samples using FTIR (fourier transform infrared) and SEM-EDX (scanning electron microscope-electron dispersive xray), optical microscopy, and swelling *beads* test.

Synthesis of alginate-cellulose xanthate *beads* obtained with round-shaped *beads* and high mechanical strength. This is indicated by the presence of new wave peaks on FTIR spectra results, at wavelengths of 1117 cm^{-1} , 1000 cm^{-1} , and 520 cm^{-1} which indicate the formation of xantat groups. The resulting *beads* are also more porous, this is indicated by the results of SEM characterization which shows the particle surface of *beads* with higher porogen concentration resulting in more formed pores. The resulting pores are folds. The addition of porogen produces round *beads*, this is shown from optical microscope images. *Beads* without porogens have a unround shape compared to *beads* with the addition of porogen. The mechanical strength of *beads* is higher, this is indicated by the presence of zinc elements in the EDS results of 59.16%, 54.72%, 53.26%, and 55.77% for each *beads* without porogen, *beads* 0.5 gram porogen, 1 gram porogen *beads*, and 1.5 gram porogen *beads*. *Beads* with porogene 0.5 gram have higher swelling power that is equal to 14.83%. Highest adsorption capacity at 408 hours is 80,76 mg/g and lowest adsorption capacity at 384 hours is 46,88 mg/g.

المستخلص

كاظم، ن. 2019. توليف وتصنيف حبيبات الجينات السيليلوزية من سيقان الذرة بمركبات مختلفة من البرافين. المشرفة الأولى: إيني يوليانتي، ماجستير؛ المشرف الثاني: مجهد أحد ماجستير المستشا: دكتور انطون براستيو.

الكلمات الرئيسية: مواد تسليم الدواء، الخرز، الجينات، السلولوز، وكيل كرسنل، عامل المسام CaCO_3 .

الخرزات عبارة عن مواد يسهل اختراقها ويبلغ قطرها ميكرومتر يصل إلى ملليمترات. يمكن إجراء الخرز عن طريق تكوين الجينات مع xantate السيليلوز. تمتلك حبيبات مركب جنتات السيليلوز - زانتات القدرة على امتصاص الماء ولكن لديها قوة ميكانيكية متحضنة. يمكن أن ينبع عن إضافة عامل porogen CaCO_3 حبات مسام أفضل بحيث يمكن أن تزيد من امتصاص الخرز. يمكن تحسين القوة الميكانيكية للخرز عن طريق نقع حبات زانتات الجينات السيليلوز مع وكيل خلات الزنك المتشابك. تم تنفيذ طباعة الخرز بواسطة طريقة الأيونية. هذه الطريقة يمكن أن تزيد من القوة الميكانيكية للخرز من خلال عملية ربط الجينات مع أسيتات الزنك. تم إجراء تجربة من حبيبات زانتات الجينات السيليلوز باستخدام طريقة الجيل الأيونية. توصيف العينات باستخدام FTIR (تحويل فوريه للأشعة تحت الحمراء) و SEM-EDX (مسح الأشعة السينية التشتت المجهر الإلكتروني) ، المجهر الضوئي ، واختبار تورم الخرز.

توليف حبات زانتيت ألانتيت - السيليلوز التي تم الحصول عليها مع حبات مستديرة الشكل وقوه ميكانيكية عالية هذا يدل على وجود قمم موجة جديدة على نتائج أطیاف FTIR ، أي بالأطوال الموجية 1117 سم - 1 ، 1000 سم - 1 ، و 520 سم - 1 والتي تشير إلى تكوينمجموعات إكسانتات. كما أن الخرز الناتج يكون مسامياً بدرجة أكبر ، ويشار إلى ذلك من خلال نتائج توصيف SEM الذي يظهر سطح حبيبات الخرز بتراكيز بوروجين أعلى مما ينبع عنه المزيد من المسام المشكلة. المسام الناتجة هي طيات. إضافة بوروجين تنتج حبات مستديرة ، ويظهر ذلك من الصور المجهر الضوئي. للخرز الذي لا يحتوي على روائح ، شكل غير مستدير مقارنة بالخرز مع إضافة بوروجين. القوة الميكانيكية للخرز أعلى ، وهذا يدل على وجود عناصر الزنك في نتائج EDS من 59.16٪ ، 54.72٪ ، 53.26٪ ، و 55.77٪ لكل خرز دون CaCO_3 ، الخرز 0.5 غرام بوروجين ، 1 غرام بوروجين الخرز ، و 1.5 غرام بوروجين الخرز. تميز الخرز ذات البروغين 0.5 جرام بقوة تورم أعلى تساوي 14.83٪. أعلى قدرة لامتصاص للخرز في 408 ساعات ترغ الوقت هي 80.76 ملغم / غرام في حين أن أدنى سعة 384 ساعة وهو 46.88 ملغم / جم.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Materi pengantar obat mulai dikembangkan untuk meningkatkan efektivitas obat konvensional. Material tersebut mampu meningkatkan bioavailibilitas, kelarutan, dan dapat menurunkan toksisitas obat konvensional. Materi pengantar obat juga mampu mempertahankan keutuhan obat menuju daerah spesifik. Tujuan utama dari materi pengantar obat adalah untuk mencapai efek terapeutik yang terbaik, mengurangi dosis, mengurangi efek samping dan meningkatkan kelarutan. Pengantar obat mampu mengontrol sistem pelepasan obat sehingga dapat meningkatkan efisiensi obat (Singh, dkk., 2017). Terdapat berbagai material yang dapat dijadikan materi pengantar obat seperti zeolit dan selulosa.

Selulosa merupakan salah satu sumber daya yang dapat diperbaharui, didegradasi, dan dimodifikasi. Selulosa dalam bentuk turunannya mempunyai banyak manfaat di berbagai bidang industri (Wang, dkk., 2012) seperti industri serat, kertas, membran, polimer, dan industri cat (Swatloski, dkk., 2002). Salah satu pemanfaatan selulosa dapat dijadikan sebagai *beads* yaitu partikel bulat yang memiliki diameter dari skala mikro hingga milimeter. Selulosa *beads* banyak dimanfaatkan sebagai imobilisasi protein dalam sistem pelepasan obat serta dapat dijadikan sebagai agen pembawa dalam dunia biokimia karena ketersediaanya yang mudah dan memiliki reaktivitas yang baik. Selulosa *beads* dapat dimanfaatkan sebagai media pemisahan, sistem pengantar serta *face-body scrub* dalam dunia kosmetik. Pemanfaatan tersebut karena selulosa *beads* mempunyai

keunggulan porositas yang tinggi, memiliki gugus hidroksil yang reaktif (Sescousse, dkk., 2010) distribusi partikel yang spesifik, struktur pori yang baik, area permukaan spesifik yang luas, bersifat hidrofilik, reaktivitas yang baik. Keunggulan tersebut menjadikan selulosa *beads* dijadikan matriks dalam teknologi pengembangan adsorben. Struktur yang berpori menghasilkan daya *swelling* yang baik sehingga *beads* dapat dimanfaatkan dalam dunia bioteknologi dan kosmetik (Suvachittanont and Pookingdao, 2013). Namun, selulosa memiliki porositas yang rendah dan bentuk yang tidak bulat (Gemeiner, 1989) serta memiliki kekuatan mekanik yang kurang baik (Bai, 2006).

Selulosa *beads* mempunyai kemampuan menyerap ion Cu²⁺ sebesar 68% dengan perbandingan alginat:selulosa sebesar 3%:10%. Sonmez, dkk. (2016) menyatakan bahwa dengan penambahan selulosa sebesar 25% *beads* mampu menyerap sebesar 19%. Menurut Choi, dkk. (2002) kekuatan *beads* alginat selulosa dapat mencapai 6 N dengan penambahan porogen CaCO₃ dan mempunyai daya serap terhadap kadar riboflavin sebesar 90%. Selulosa yang digunakan dapat diekstrak dari limbah batang jagung, sedangkan Xue, dkk. (2017) batang jagung mengandung selulosa 38,2%, hemiselulosa 44,5%, dan lignin 6,6%.

Jagung sebagai salah satu makanan pokok di Indonesia memiliki potensi sebagai tanaman yang tetap ditanam meskipun permintaan dan harga jualnya mengalami penurunan. Hal ini dikarenakan proses penanaman yang mudah dan biaya perawatan yang relatif murah. Perkembangannya, jagung dimanfaatkan menjadi aneka jajanan kreatif guna meningkatkan harga jualnya. Kreatifitas olahan jagung menghasilkan banyak limbah organik batang jagung. Batang jagung hanya dimanfaatkan sebagai pakan ternak (Umayasih, 2008). Batang

jagung perlu dimanfaatkan guna meningkatkan nilai pemanfaatannya. Pemanfaatan tumbuhan telah diterangkan didalam al-Quran yaitu pada Surah Asy-Syuara ayat 7 dan 8.

أَوْلَمْ يَرَوُ إِلَى الْأَرْضِ كَمْ أَنْبَتَنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ رَوْحٍ كَرِيمٍ، إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَةً وَمَا كَانَ أَكْثَرُهُمْ مُؤْمِنِينَ

“Dan apakah mereka tidak memperhatikan bumi, berapakah banyaknya Kami tumbuhkan di bumi itu berbagai macam tumbuh-tumbuhan yang baik? (7) Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar terdapat suatu tanda kekuasaan Allah dan kebanyakan mereka tidak beriman (8)”. (QS. Asy-Syuara: 7-8)

Ayat tersebut menganjurkan kita untuk senantiasa bersyukur atas semua nikmat yang ada di bumi ini. Allah SWT. menumbuhkan berbagai tumbuh-tumbuhan dengan banyak manfaat (Shihab, 2002). Kemudian diperjelas dengan ayat selanjutnya bahwa semua manfaat yang ada tersebut merupakan tanda-tanda kekuasaan Allah SWT. Tumbuhan perlu dimanfaatkan agar manusia senantiasa beriman dan bersyukur. Tidak ada ciptaan Allah yang diciptakan sia-sia termasuk penciptaan tumbuhan sebagaimana diterangkan dalam al-Quran Surah al-Qiyamah ayat 36:

الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَامًا وَقُعُودًا وَعَلَى جُنُونِهِمْ وَيَتَعَكَّرُونَ فِي خَلْقِ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ رَبَّنَا مَا خَلَقْنَا

هَذَا بَاطِلًا سُبْحَانَكَ فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ

“(Yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri atau duduk atau dalam keadaan berbaring dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata); “Ya Tuhan kami, tiadalah Engkau menciptakan ini dengan sia-sia, Maha Suci Engkau, maka peliharalah kami dari siksa neraka”. (QS. al-Qiyamah, 36)

Menurut Shihab (2002) tidak ada yang diciptakan dalam keadaan yang sia-sia.

Semua ciptaan Allah memiliki manfaat bagi mereka yang mau berfikir.

Diciptakannya batang jagung adalah sebagai pertanda adanya kekuasaan Allah SWT. dan memiliki banyak manfaat didalamnya.

Beads dapat dibuat dengan berbagai metode seperti ekstruksi massa, teknologi *fluid bed dryer*, *rapid expansion of supercritical fluids*, dan gelasi ionik. Metode gelasi ionik merupakan metode yang mudah, murah, serta efektif untuk dikerjakan. Metode ini dapat memperkuat kekuatan mekanis dengan proses *crosslink* antara polielektrolit dengan pasangan ion multivalen (Ghosh, 2006).

Daya adsorpsi *beads* meningkat dengan meningkatnya jumlah pori. *Beads* dengan jumlah pori yang banyak dan ukuran yang seragam dapat dilakukan dengan penambahan agen pembentuk pori. Berikut agen pembentuk pori antara lain, kalsium karbonat (CaCO_3), natrium bikarbonat (NaHCO_3), natrium klorida (NaCl). Penambahan alginat pada *beads* menyebabkan terjadinya ikat silang dengan kation divalen seperti ion Ca^{2+} dari agen porogen (Choi, dkk. 2002). Menurut Yulianti, dkk. (2016) semakin banyak kation divalen ikat silang dengan alginat maupun dengan selulosa menyebabkan *beads* memiliki daya *swelling* yang rendah hal ini terjadi karena *beads* mengalami penghambatan ikatan dengan air. Menurut Yulianti (2016) agen porogen CaCO_3 sebanyak 2 gram memiliki daya *swelling* sebesar 39,96%, sedangkan konsentrasi CaCO_3 4 gram dan 6 gram memiliki daya *swelling* berturut-turut sebesar 27,58 dan 12,55%. Oleh karena itu, kajian terkait dengan porogen menjadi penting untuk mendapatkan *beads* dengan kualitas pori yang baik.

Berdasarkan latar belakang tersebut, dapat dikembangkan penelitian *beads* menggunakan komposit alginat-selulosa. Selulosa didapat dari ekstrak limbah batang jagung dengan NaOH 6%. Agen porogen CaCO_3 dilakukan variasi sebesar

0,5; 1; dan 1,5 gram untuk mendapatkan pori yang terbaik serta dilakukan pencucian dengan menggunakan HCl 1 mmol/L. Penelitian ini menggunakan perbandingan alginat-selulosa sebesar 1:3. Hasil sintesis selulosa *beads* dikarakterisasi menggunakan *fourier transform infra red* (FTIR) untuk mengetahui gugus fungsi, analisis SEM-EDX untuk mengetahui ukuran dan panjang diameter *beads*, morfologi partikel dan kandungan unsur didalamnya serta dilakukan analisis uji adsorpsi *methylene blue* untuk mengetahui kapasitas adsorpsi *beads*.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh rasio porogen CaCO₃ terhadap karakter pori *beads* alginat-selulosa xantat?.
2. Bagaimana sifat karakteristik daya *swelling*, gugus fungsi, bentuk, panjang diameter, morfologi permukaan, kandungan unsur dan kapasitas adsorpsi *blue* partikel *beads* alginat-selulosa yang disintesis dari batang jagung dengan variasi porogen CaCO₃?.

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui pengaruh rasio porogen CaCO₃ terhadap karakter pori *beads* alginat-selulosa xantat.
2. Mengetahui sifat karakteristik daya *swelling*, gugus fungsi, bentuk, panjang diameter, morfologi permukaan, kandungan unsur dan kapasitas adsorpsi *blue* partikel *beads* alginat-selulosa yang disintesis dari batang jagung dengan variasi porogen CaCO₃.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Sintesis *beads* alginat-selulosa xantat dari jenis batang jagung tertentu yang berasal dari daerah Sengkaling Kabupaten Malang.
2. Variasi porogen yang digunakan adalah 0,5; 1; dan 1,5 gram.

1.5 Manfaat penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk memberikan informasi mengenai sifat karakteristik daya *swelling*, gugus fungsi, bentuk, panjang diameter, morfologi, kandungan unsur dan kapasitas adsorpsi *beads* alginat-selulosa xantat yang disintesis dari batang jagung dengan variasi porogen CaCO₃ dan pengaruh rasio porogen CaCO₃ terhadap karakter pori *beads* alginat-selulosa.

BAB II

DASAR TEORI

2.1 Material Penghantar Obat

Materi penghantar obat mulai dikembangkan untuk meningkatkan efektifitas kerja obat konvensional. Sistem penghantaran ini berfungsi untuk meningkatkan bioavailabilitas serta mengurangi hilangnya molekul obat dalam perjalanan menuju reseptor. Material yang dapat digunakan salah satunya adalah biopolimer. Menurut Wicita (2012) penelitian polimer sebagai bahan penghantar obat mulai dikembangkan, baik polimer yang digunakan secara tunggal maupun dikompositkan dengan polimer lain. Material yang dapat digunakan harus memiliki karakteristik *biodegradable* (dapat terurai dalam tubuh) dan dapat diekskresikan dengan mudah oleh tubuh.

Menurut Martien, dkk. (2012) penggunaan biopolimer sebagai bahan penghantar obat dikarenakan bersifat inert terhadap bahan aktif namun cocok untuk dilakukan kombinasi dan memiliki kemampuan membentuk jaringan sehingga dapat dikembangkan sebagai sistem pembawa berupa matriks partikel. Biopolimer juga memiliki gugus fungsi yang banyak sehingga memungkinkan pengikatan molekul obat dalam jumlah yang memadai pada sistem secara keseluruhan atau dapat disebut memiliki efisiensi penyerapan yang tinggi. Penggunaan polimer sebagai material penghantar obat (*carrier*) akan meminimalkan kemungkinan terjadinya keracunan akibat tak terurainya material pembawa atau akibat dari produk-produk samping hasil degradasi yang tidak diinginkan, sehingga akan meminimalkan potensi terjadinya operasi. Penggunaan

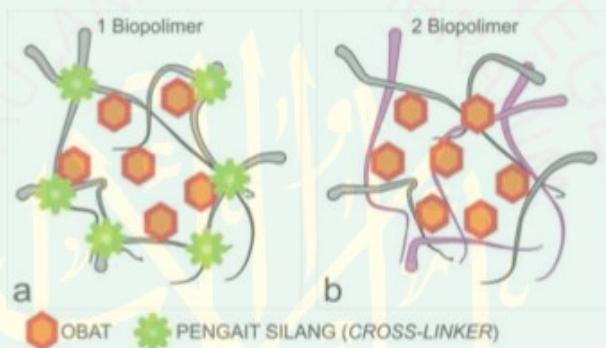
polimer juga memiliki nilai ekonomis karena harganya jauh lebih murah dibandingkan dengan formulasi-formulasi farmasi lainnya.

2.2 Selulosa sebagai Material Penghantar Obat

Selulosa merupakan polisakarida atau polimer karbohidrat yang tersusun dari unit anhidroglukopiranosa dengan rumus $(C_6H_{10}O_5)_n$ dengan $n \approx 1500$ dengan berat molekul ≈ 243.000 . Selulosa diikat oleh beta-1,4 glikosidik membentuk rantai polimer linier dengan struktur rantai yang seragam. Selulosa merupakan biopolimer yang dapat diperbaharui, didegradasi, dan dimodifikasi. Turunan ester selulosa umumnya digunakan sebagai fiber dan plastik diantaranya adalah selulosa nitrat, selulosa asetat, dan selulosa xantat. Menurut Suvachittanont dan Pookingdao (2013) selulosa xantat dapat dijadikan sebagai material penghantar obat. Menurut Rowe, dkk. (2006) material berbahan selulosa sering digunakan karena memiliki sifat mekanik yang baik, seperti modulus regang yang tinggi, kemurnian yang tinggi, kapasitas mengikat air tinggi dan struktur jaringan yang baik. Menurut Ulfah (2008) biopolimer mempunyai kemampuan membentuk jaringan sehingga dapat dikembangkan sebagai sistem pembawa berupa matriks partikel *beads*.

Menurut Suvachittanont dan Pookingdao (2013) selulosa juga dikembangkan dalam media adsorben karena memiliki ukuran morfologi, ukuran partikel dan distribusi yang baik, struktur pori yang tinggi dan memiliki area permukaan yang luas. Kemampuan adsorbsi dapat ditingkatkan dengan meningkatkan porositas selulosa. Porositas selulosa dapat ditingkatkan dengan penambahan $CaCO_3$, sehingga selulosa memiliki daya *swelling* yang lebih baik

dan lebih potensial digunakan sebagai media penghantar obat. Sistem penghantar obat harus memiliki kemampuan membentuk jaringan, sehingga akan terbentuk matriks partikel. Menurut Martien, dkk. (2012) sistem penghantar obat dapat dilakukan dengan menggunakan dua biopolimer. Penggunaan dua biopolimer mempersyaratkan keduanya memiliki gugus dengan muatan yang berlawanan sehingga dapat membentuk matriks yang mampu menyerap molekul obat seperti ditunjukkan Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Sistem penjerapan obat (a) satu polimer, dan (b) dua polimer (Martien, dkk., 2012).

2.3 Jagung Sumber Selulosa

Jagung merupakan tanaman pangan utama setelah padi dengan bagian tanaman yang dapat dimanfaatkan semua. Pemanfaatan jagung dalam hal keperluan pangan pada saat ini hanya mengacu pada pemanfaatan biji. Sementara itu, bagian batang, tangkai, daun, dan tongkol umumnya belum dimanfaatkan secara maksimal. Bagian tersebut hanya sebagai limbah organik tanaman yang hanya dimanfaatkan sebagai pakan ternak. Seluruh bagian tanaman jagung

mengandung selulosa yang tinggi, sehingga memungkinkan untuk meningkatkan pemanfaatannya. Menurut Lestari, dkk. (2012) isolasi tongkol jagung didapatkan hasil kadar selulosa yang cukup tinggi, sehingga dapat dijadikan sebagai alternatif sumber selulosa. Kandungan yang terdapat dalam batang jagung juga telah diterangkan didalam al-Quran Surah asy-Syuara ayat 7 yang berbunyi:

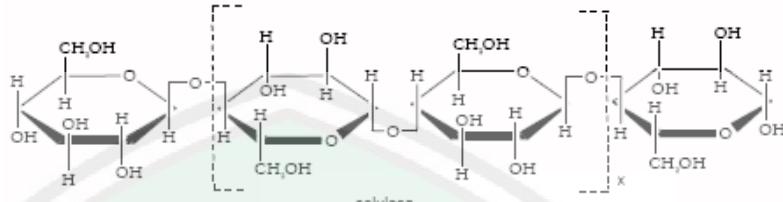
أَوْمَّ يَرَوُا إِلَى الْأَرْضِ كَمْ أَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ زَوْجٍ كَيْفَيْمْ

“Dan apakah mereka tidak memperhatikan bumi, berapakah banyaknya Kami tumbuhkan di bumi itu berbagai macam tumbuh-tumbuhan yang baik?.” (QS. asy-Syuara, 7)

Menurut Tafsir Quraish Shihab (2002) terdapat banyak manusia yang masih berada dalam keadaan kekuatan dan pendustaan akan keesaan Allah SWT. serta mereka tidak mensyukuri dan mengamati akan semua ciptaan Allah SWT. di muka bumi ini. Allah SWT. akan memberikan rahmat dan petunjuk bagi manusia yang merenungi dan mengamati ciptaan Allah SWT. Salah satu ciptaan terbesarnya adalah dengan adanya tumbuh-tumbuhan yang dengannya memberikan banyak manfaat bagi manusia.

Menurut Xue, dkk. (2017) batang jagung terdiri dari 38,2% selulosa, 44,5% hemiselulosa, 6,6% lignin, 1,9% protein, 2,8% abu dan 6% komponen lainnya, sedangkan menurut Boufi dan Chaker (2016) kandungan selulosa batang jagung hasil delignifikasi mencapai 69%, hemiselulosa 31%, dan lignin 0%. Kandungan selulosa yang tinggi dapat dijadikan sebagai agen berpori dalam sistem penghantar obat. Banyak cara untuk mengisolasi selulosa dari berbagai sumber biomassa. Ekstraksi alkali dan delignifikasi dianggap sebagai metode yang paling

efisien untuk memisahkan selulosa dengan melepaskan sejumlah besar lignin dan hemiselulosa. Struktur selulosa ditunjukkan pada Gambar 2.2.



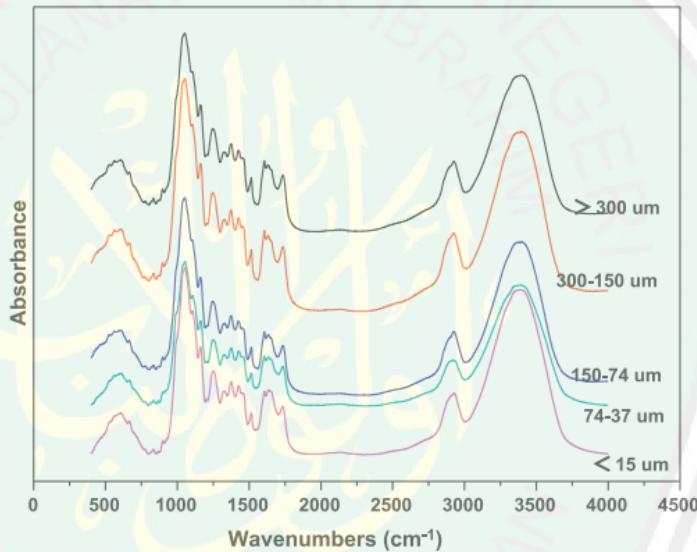
Gambar 2.2 Struktur selulosa (Lehniger 1995).

2.4 Ekstraksi Selulosa

Ekstraksi dilakukan untuk memisahkan selulosa dari lignin atau senyawasenawa lain. Keberadaan lignin dapat menghalangi selulosa dalam proses transfer ion sehingga proses adsorpsi akan terganggu. Selulosa batang jagung dapat diekstraksi dengan metode alkali dan delignifikasi. Metode tersebut dapat memisahkan selulosa dari sumber biomassa dengan melepaskan sejumlah besar lignin dan hemiselulosa. Menurut Suvachittanont dan Pookingdao (2013) terdapat dua cara untuk mengurangi kandungan lignin pada hasil ekstraksi selulosa yaitu delignifikasi dan *bleaching*. Delignifikasi menggunakan alkali untuk mendegradasi lignin dengan cara hidrolisa serta dapat melarutkan gugus gula sederhana pada *pulp*. *Bleaching* (pemutihan) merupakan proses pemurnian lebih lanjut *pulp* yang dihasilkan. *Bleaching* dapat menghilangkan lignin yang masih tersisa menggunakan oksidator. Oksidator yang digunakan seperti klor, peroksida, hipoklorit, dan lain-lain.

Hidrolisis hasil ekstraksi dilakukan untuk meningkatkan kemurnian selulosa dengan menghilangkan bagian amorf. Hidrolisis dilakukan dengan penambahan

asam encer pada suhu tinggi untuk menghasilkan produk berupa mikrokristalin. Menurut Edison, dkk. (2015) kereaktifan HCl dalam proses hidrolisis lebih baik daripada asam-asam lainnya, seperti asam sulfat (H_2SO_4) dan asam nitrat (HNO_3). Menurut Suvachittanont dan Pookingdao (2013) hidrolisis serat selulosa dari tongkol jagung dengan HCl didapatkan kristalinitas serat meningkat dari 71,13% menjadi 86,31% dan ukuran kristalinitas menurun dari 0,22 menjadi 0,15. Hidrolisis menggunakan HCl 1 mmol/L dengan perbandingan 1:20.



Gambar 2.3 Spektra FTIR batang jagung berbagai ukuran (Zhao, dkk., 2013).

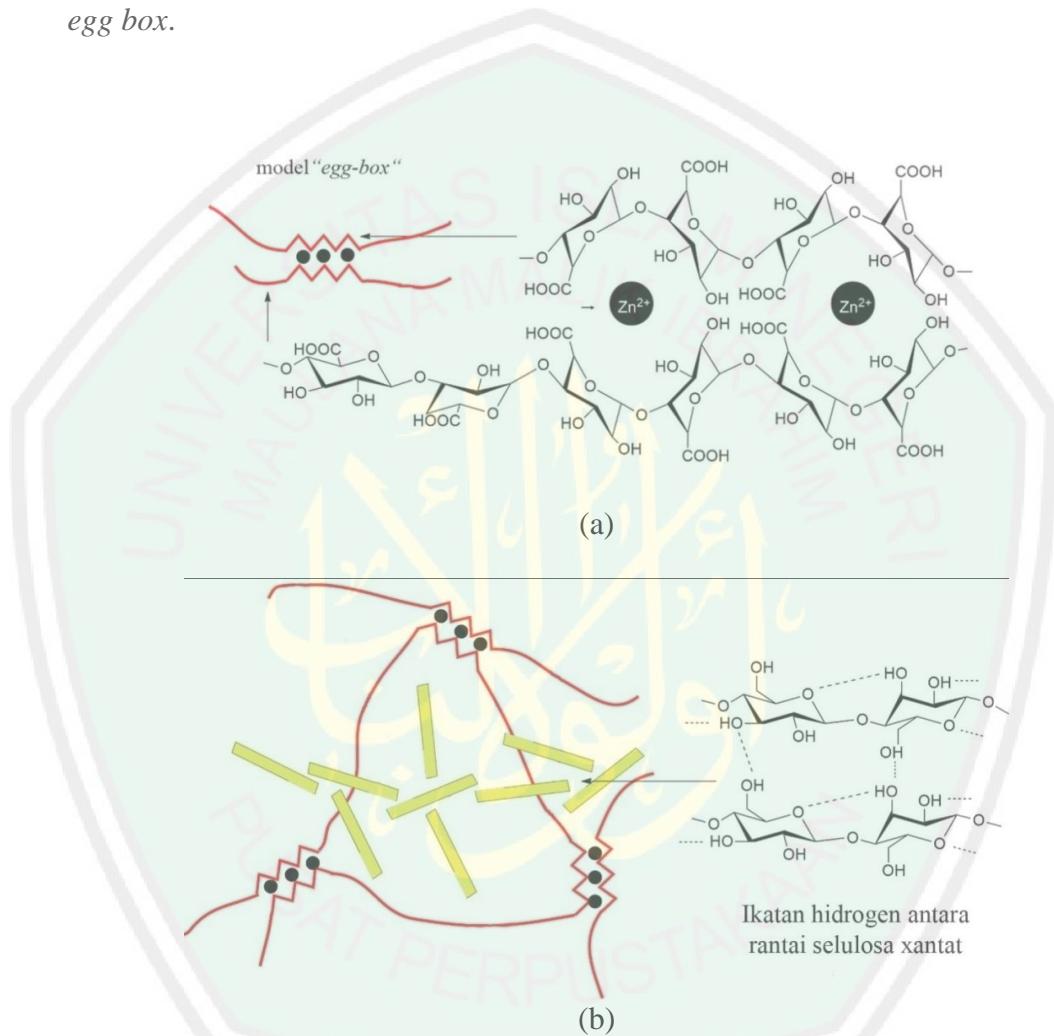
Proses ekstraksi selulosa akan didapatkan selulosa yang bebas dari lignin dan hemiselulosa. Uji FTIR dilakukan untuk mengetahui gugus fungsi selulosa. Gugus fungsi yang didapatkan dapat menggambarkan selulosa terbebas dari senyawa lain seperti ditunjukkan pada spektra FTIR Gambar 2.3.

2.5 Sintesis Materi Pengantar Obat (*beads*)

Metode yang dapat digunakan untuk membuat *beads* sebagai materi pengantar obat adalah metode gelasi ionik. Metode ini melalui proses yang sederhana, tidak menggunakan pelarut organik, dan dapat dikontrol dengan mudah. Menurut Mardliyati, dkk. (2012) prinsip metode gelasi ionik adalah proses pembentukan partikel oleh adanya interaksi ionik antara gugus amino pada biopolimer yang bermuatan positif dengan polianion yang bermuatan negatif sehingga membentuk struktur network inter-dan/atau intramolekul tiga dimensi. Menurut Martien, dkk. (2012) *beads* dengan komposisi kitosan mampu membentuk interaksi ionik dengan obat yang bermuatan positif. Metode ini dapat melarutkan kitosan pada larutan dengan pH asam untuk mengubah gugus amina (-NH₂) menjadi terionisasi positif (-NH³⁺). Sistem yang terbentuk cenderung menyisakan gugus ammonium bebas yang akan saling tolak-menolak sehingga melemahkan kompleks nanopartikel yang telah terbentuk. Oleh karena itu, perlu ditambahkan adanya suatu pengikat silang (*crosslinker*) yang mampu menstabilkan muatan positif yang tersisa. Pengikat silang ini harus berupa polianion.

Menurut Puspitasari (2017) menyatakan bahwa alginat merupakan polimer linier yang dapat meningkatkan viskositas larutan, pada sediaan formulasi tablet alginat dapat berfungsi sebagai disintegrant, pengikat, dan penyalut. Menurut Lee dan Mooneya (2012) natrium alginat merupakan polimer linier yang mengandung blok (1,4) β -link-residu d-mannuronat yang disebut blok M dan α -1-guluronat yang disebut blok G. Kandungan asam guluronat yang tinggi cenderung mempunyai struktur yang kaku dan mempunyai porositas yang besar. Residu

asam guluronat mempunyai ikatan karbon 1,4 di-axial, sehingga struktur pita dari polimer melengkung. Struktur ini memungkinkan terjadinya ikatan hidrogen antara gugus OH pada C2 dari residu yang satu dengan gugus $-COO-$ dari residu lainnya. Struktur ini dapat dimanfaatkan pada proses *crosslink beads* membentuk *egg box*.



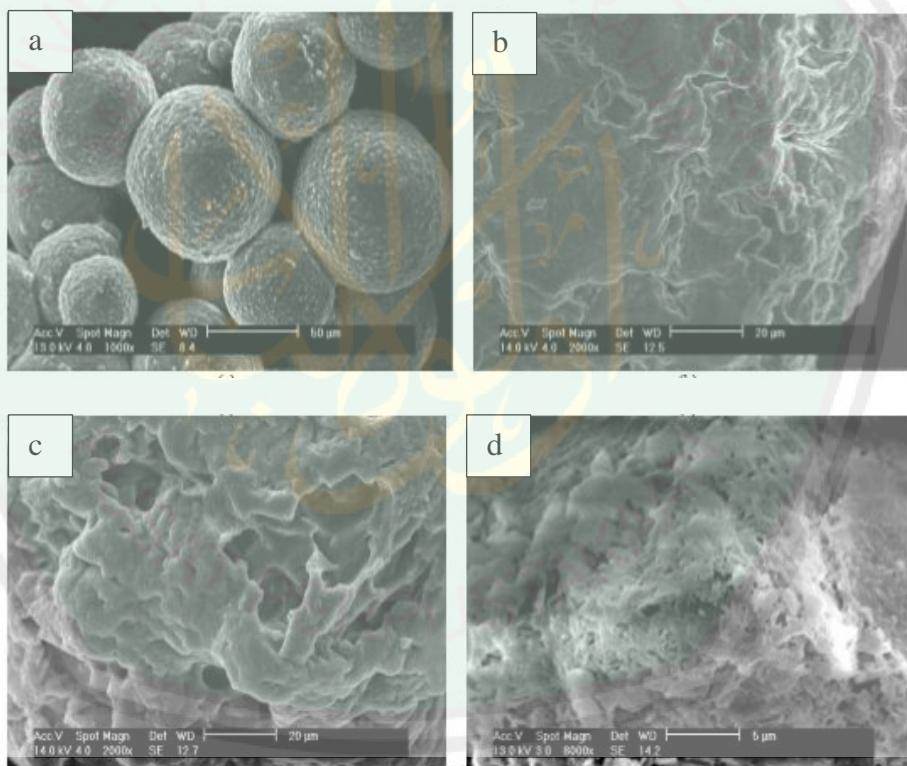
Gambar 2.4 (a) reaksi *crosslink* antara alginat dan ion zink, dan (b) interaksi antara selulosa xantat dan alginat yang bereaksi dengan ion zink (Wang, dkk., 2012, telah diolah kembali).

Penyerapan *beads* dapat ditingkatkan dengan penambahan agen porogen untuk meningkatkan pori-pori *beads*. Agen porogen bereaksi dengan asam asetat

membentuk gas karbon dioksida sehingga menghasilkan suatu pori (Choi, dkk., 2002).



Komposit alginat-selulosa akan terjadi ikat silang dengan zink asetat sebagai agen *crosslink*. Ikat silang tersebut terbentuk antara gugus $-\text{COO}^-$ alginat yang bermuatan negatif dengan ion positif Zn^{2+} . Selulosa xantat berinteraksi dengan alginat yang telah bereaksi dengan ion zink, antar rantai selulosa xantat terjadi ikatan hidrogen.



Gambar 2.5 SEM selulosa *beads* dengan variasi porogen CaCO_3 (a), CaCO_3 10 gram (b), CaCO_3 20 gram (c), dan CaCO_3 30 gram (d) (Suvachittanont dan Pookingdao, 2013).

Beads yang telah terbentuk kemudian dilakukan uji morfologi. Bentuk permukaan dan porositas *beads* akan mudah diamati. Struktur berpori *beads* dari berbagai perlakuan penambahan porogen akan mudah teramat, sehingga dapat diketahui *beads* yang terbaik digunakan sebagai material pengantar obat. Data SEM selulosa *beads* ditunjukkan pada Gambar 2.5.

2.6 Teknik Pencetakan *Beads*

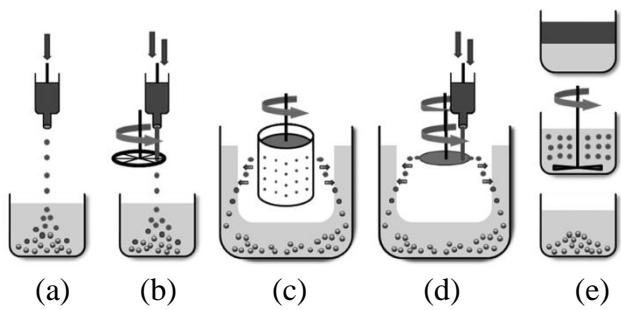
Ada beberapa metode yang digunakan untuk pencetakan *beads* yaitu:

a. Teknik Droping

Teknik droping dilakukan dengan menggunakan *nozzle* jarum suntik. Diameter *beads* yang dihasilkan berkisaran 0,5-3 mm. Teknik ini merupakan teknik yang paling sederhana, *beads* yang dihasilkan ditampung dalam bejana pengental. Pada teknik ini kecepatan penekanan, tinggi penetesan, dan viskositas larutan berpengaruh terhadap *beads* yang dihasilkan. Teknik droping terbagi menjadi beberapa bagian antara lain teknik *spinning drop atomization*, teknik *spinning disc atomization*, dan *jet cutting*.

b. Teknik Dispersi

Teknik dispersi dapat menghasilkan *beads* dengan diameter 10-100 μm . Beberapa faktor yang mempengaruhi pembentukan *beads* antara lain kecepatan pencampuran, jenis dan jumlah surfaktan, perbandingan pelarut hidrofobik pelarut hidrofilik, viskositas medium dispersi serta larutan selulosa. Ilustrasi jenis teknik pencetakan *beads* ditampilkan pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Teknik pencetakan *beads*: (a) *droping*, (b) *jet cutting*, (c) *spinning drop atomization*, (d) *spinning disc atomization*, dan (e) dispersi (Gericke, dkk., 2012).

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada Bulan Januari–Mei 2019 di Laboratorium Riset Kimia Fisik Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang dan Laboratorium Mineral dan Material Maju Fakultas MIPA Universitas Negeri Malang.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Alat yang digunakan meliputi: seperangkat alat gelas, oven, cawan porselen, penjepit kayu, desikator, kertas pH, *hot plate*, seperangkat alat *reflux*, neraca analitik, kertas saring, termometer, *aluminium foil*, *hair dryer*, *magnetic stirrer*, sentrifugasi, *syringe needle* 18G, *shaker incubator*, FTIR, spektrofotometer UV-Vis, mikroskop optik, dan SEM-EDX *FEI*.

3.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan meliputi: limbah batang jagung berasal dari Sengkaling Kabupaten Malang, natrium hidroksida (NaOH) *p.a*, asam klorida (HCl) 37% *p.a*, karbon disulfida (CS₂) *p.a*, kalsium karbonat (CaCO₃) *p.a*, natrium klorit (NaClO₂) *p.a*, asam asetat (CH₃COOH) *p.a*, zink asetat (C₄H₆O₄Zn), natrium alginat (C₆H₇O₆Na)_n *p.a*, aquademin, *methylene blue* dan akuades.

3.3 Rancangan Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan adalah *eksperimental laboratory*, yakni sintesis dan karakterisasi *beads* alginat-selulosa dengan porogen CaCO_3 . Limbah batang jagung diekstraksi dengan NaOH untuk mendapatkan selulosa dan menghilangkan senyawa non-selulosa berdasarkan gugus fungsinya. NaOH 6% digunakan untuk pembentukan selulosa xantat. Kemudian dilakukan pembuatan *beads* dengan komposisi alginat-selulosa sebesar 1:3. Selanjutnya dilakukan penambahan agen porogen CaCO_3 dengan variasi konsentrasi 0,5; 1; dan 1,5 gram untuk mengetahui pengaruhnya terhadap pori *beads* alginat-selulosa. Kemudian dilakukan uji identifikasi menggunakan FTIR, UV-Vis, mikroskop optik, SEM-EDX, dan daya *swelling*.

3.4 Tahapan Penelitian

1. Preparasi sampel
2. Ekstraksi selulosa dari limbah batang jagung
3. Pembuatan selulosa xantat dengan penambahan CS_2 dan pelarut NaOH 6%
4. Pembuatan *beads* alginat-selulosa dengan perbandingan komposisi alginat-selulosa 1:3
5. Penentuan *beads* terbaik berdasarkan daya *swelling* optimum
6. Penentuan kapasitas adsorpsi *beads* dengan variasi porogen
7. Karakterisasi
8. Analisis data

3.5 Pelaksanaan Penelitian

3.5.1 Preparasi Sampel

Limbah batang jagung dibersihkan kemudian dikeringkan di bawah sinar matahari. Sampel kering dihaluskan dan digiling kemudian diayak dengan ayakan 100 mesh. Kemudian dioven selama 24 jam pada suhu 60°C. Serbuk yang diperoleh merupakan sampel penelitian dan dikarakterisasi menggunakan FTIR.

3.5.2 Ekstraksi Selulosa dari Batang Jagung

Sebanyak 50 gram serbuk batang jagung direndam menggunakan NaOH 10% sebanyak 1000 mL pada suhu 80°C selama 90 menit. *Pulp* yang diperoleh kemudian dicuci beberapa kali dengan akuades dan diperas. Setelah itu ditambahkan NaClO₂ 1% sebanyak 200 mL dan ditambahkan CH₃COOH 10% sampai pH 5 pada suhu 75°C selama 1 jam. Selanjutnya dicuci beberapa kali menggunakan akuades sampai pH netral dan diperas. *Pulp* selulosa yang didapatkan dihidrolisis dengan asam klorida 5% (1:20) pada 90°C selama 1 jam sehingga didapatkan mikrofiber-terdispersi (Suvachittanont dan Pookingdao, 2013). Sampel yang diperoleh dikarakterisasi dengan FTIR.

3.5.3 Pembuatan Selulosa Xantat

Selulosa 5 gram direndam dalam NaOH 20% sebanyak 40 mL selama 3 jam. Setelah itu diperas dan didiamkan selama 60 jam pada suhu kamar untuk *aging*. Selulosa yang diperoleh direaksikan dengan 2,5 mL CS₂ dan dilarutkan dalam NaOH 6% sebanyak 10 ml kemudian dishaker dengan kecepatan 150 rpm pada suhu 25°C selama 3 jam, sehingga didapatkan selulosa xantat (Wang, dkk. 2012). Sampel yang diperoleh dikarakterisasi dengan FTIR.

3.5.4 Penentuan Konsentrasi Terbaik Porogen CaCO_3

Dua gram natrium alginat dilarutkan dalam 40 ml aquademin dan ditambahkan CH_3COOH 10% beberapa tetes hingga larut. Selanjutnya, dimasukkan selulosa xantat dengan perbandingan alginat-selulosa 1:3. Kemudian ditambahkan CaCO_3 dengan variasi 0,5; 1; dan 1,5 gram. Kemudian larutan tersebut diteteskan menggunakan *syringe* ke dalam agen *crosslink* ($\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_4\text{Zn}$ 5%) sebanyak 100 ml dan didiamkan selama 24 jam. *Beads* yang terbentuk disaring dan dicuci menggunakan aquademin.

Beads direaksikan dalam HCl 1 mmol/L dengan perbandingan 1:8. Kemudian dishaker pada kecepatan 150 rpm selama 45 menit sampai tidak muncul gelembung. *Beads* yang dihasilkan dicuci sampai pH netral dengan aquademin. *Beads* basah yang dihasilkan dikeringkan menggunakan suhu 37°C selama 24 jam (Suvachittanon dan Pookingdao, 2013).

3.5.5 Karakterisasi *Beads*

3.5.5.1 Uji Swelling Beads

Sebanyak \pm 30 mg *beads* direndam dalam 12 mL aquademin. *Beads* ditimbang pada jam ke-3, 9, 12, dan 24. Kemudian dilakukan Uji *swelling* untuk mengetahui kemampuan daya mengembang *beads*.

Tabel 3.1 Analisis daya *swelling beads* pada variasi porogen CaCO_3

Variasi Porogen	Variansi waktu uji <i>swelling</i>			
	T3	T9	T12	T24
Tanpa porogen (A)	T3A	T9A	T12A	T24A
0,5 gram (B)	T3B	T9B	T12B	T24B
1 gram (C)	T3C	T9C	T12C	T24C
1,5 gram (D)	T3d	T9D	T9D	T24D

3.5.5.2 Analisis Gugus Fungsi

Karakterisasi gugus fungsi dari *beads* alginat-selulosa dilakukan dengan pengujian FTIR. Preparasi sampel yang dilakukan adalah dengan menggunakan metode pelet KBr. Sampel dihaluskan 1-10 mg dan dicampurkan dengan 100 mg KBr. Kemudian dicetak menjadi pelet dan dianalisis (Labanni, dkk. 2015).

3.5.5.3 Analisis Morfologi Permukaan

Karakterisasi morfologi permukaan *beads* alginat-selulosa dianalisis menggunakan SEM-EDX. Sampel ditempatkan dan diletakkan di atas SEM *specimen holder*. Pengujian dilakukan menggunakan perbesaran 10.000-50.000 kali.

3.5.5.4 Penentuan Panjang Gelombang Optimum *Methylen Blue*

Larutan *methylene blue* 5 ppm diatur pada pH optimum dengan penambahan larutan HCl 0,1 N dan NaOH 0,1 N. Kemudian diukur panjang gelombang optimum menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 400-700 nm. Nilai absorbansi terbesar merupakan panjang gelombang optimum.

3.5.5.5 Pembuatan Kurva Standar

Larutan baku *methylene blue* dibuat dengan konsentrasi 0,5; 1; 1,5; 2; 2,5; dan 3 ppm. Dilakukan pengukuran absorbansi larutan tersebut pada panjang gelombang optimum dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Kemudian

3. Gugus fungsi dari spektra IR dibandingkan dengan literatur dan diidentifikasi adanya senyawa yang hilang sesuai mekanisme reaksi, interaksi fisika, dan kimia.
4. Konsentrasi penurunan adsorpsi *methylen blue* terhadap *beads* dibandingkan dengan literatur.
5. Morfologi permukaan hasil karakterisasi SEM-EDX dibandingkan dengan literatur serta dibandingkan dengan *beads* tanpa CaCO₃ dan *beads* terbaik dengan CaCO₃.

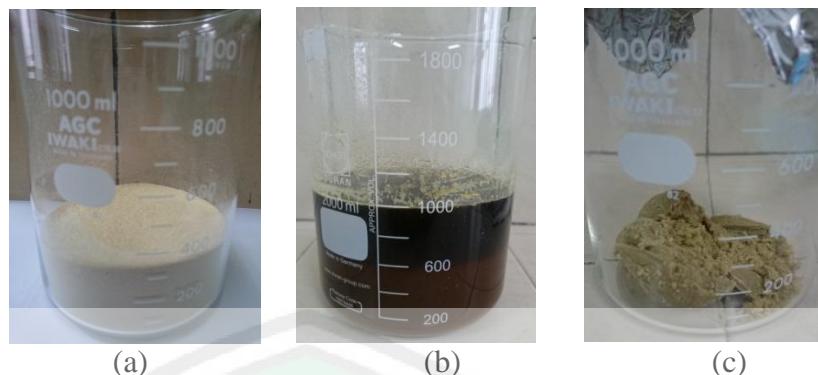
BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini disintesis *beads* berbahan komposit alginat-selulosa xantat. Sumber selulosa yang digunakan berasal dari batang jagung dan kemudian diekstraksi yang dilanjutkan dengan modifikasi menjadi selulosa xantat. pencetakan *beads* dengan menggunakan metode gelasi ionik. Hasil *beads* yang diperoleh kemudian dikarakterisasi dengan (a) FTIR untuk mengetahui gugus fungsi yang terbentuk, (b) mikroskop optik untuk mengetahui bentuk dan panjang *beads*, (c) SEM-EDX untuk mengetahui morfologi partikel dan kandungan unsur, (d) *swelling test* untuk mengetahui kemampuan daya serap, dan (e) adsorpsi *methylene blue* pada *beads* untuk mengetahui kapasitas adsorpsi *beads*.

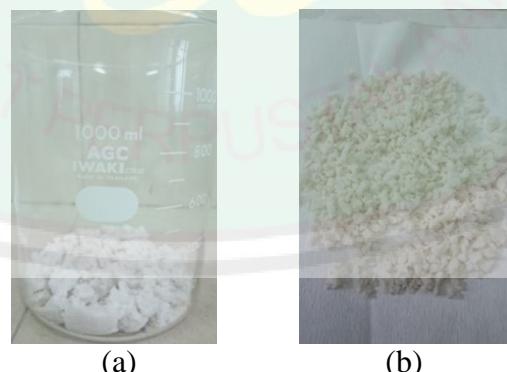
4.1 Tahapan Ekstraksi Selulosa Batang Jagung

Batang jagung yang telah kering kemudian dilakukan delignifikasi dengan menggunakan NaOH. Delignifikasi menyebabkan putusnya ikatan antara lignin dan selulosa. Hal ini disebabkan karena ion hidroksil dari NaOH menyerang atom H pada gugus OH fenolik lignin yang menyebabkan pemutusan ikatan serta diikuti dengan resonansi. Pemutusan ikatan ini menghasilkan garam fenolat antara ion Na^+ dengan nukleofil dari lignin yang ditandai dengan warna hitam atau lindi hitam seperti pada Gambar 4.1 (b).



Gambar 4.1 Bentuk fisik (a) ampas batang jagung, (b) lindi hitam, dan (c) ekstrak selulosa hasil delignifikasi.

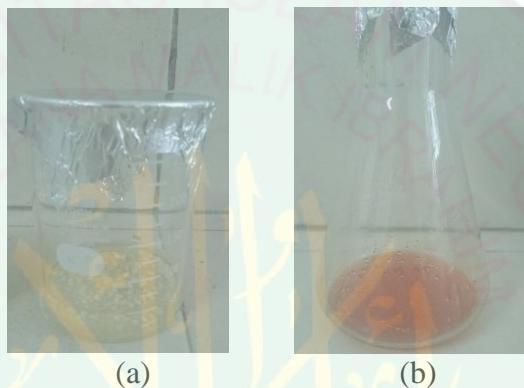
Hasil delignifikasi dimungkinkan masih terdapat lignin yang ditandai dengan warna kecoklatan sehingga perlu dilakukan proses *bleaching*. Proses ini dapat mendegradasi lignin dari gugus kromofor. Agen *bleaching* yang digunakan adalah NaClO₂ karena bersifat stabil pada suhu ruang. Oksidator kuat (ClO₂) dapat mendegradasi lignin tanpa merusak struktur selulosa. Selulosa hasil *bleaching* berwarna putih seperti pada Gambar 4.2 (a) kemudian dilanjutkan tahap hidrolisis untuk mendegradasi polisakarida menjadi gula yang lebih sederhana.



Gambar 4.2 Hasil perlakuan (a) *bleaching*, dan (b) hidrolisis.

Berat serbuk batang jagung yang dihasilkan setelah ekstraksi sebesar 31,37 gram mengalami penurunan dari berat awal yaitu 50 gram. Turunnya berat

tersebut dimungkinkan hilangnya senyawa-senyawa non-selulosa. Rendemen selulosa yang dihasilkan sebesar 37,26%. Rendemen yang dihasilkan hampir mendekati dengan penelitian Saleh, dkk. (2009) yaitu sebesar 39,79%. Selulosa hasil ekstraksi mengalami penurunan hal ini dimungkinkan hilangnya komponen hemiselulosa dan lignin pada batang jagung yang telah terhidrolisis menjadi glukosa yang lebih sederhana.

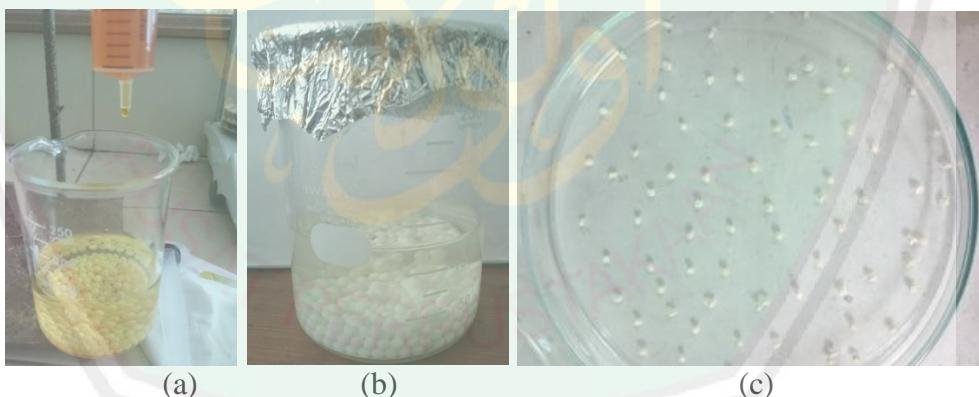


Gambar 4.3 (a) Alkali selulosa, dan (b) selulosa xantat.

Selulosa xantat dibuat dengan mereaksikan alkali selulosa dengan CS_2 sehingga menghasilkan natrium selulosa xantat. Kemudian dilarutkan dengan NaOH menghasilkan regenerasi selulosa yang disebut larutan viskosa. Ion hidroksil dapat menggantikan CS_2 pada natrium selulosa xantat. CS_2 dapat menjadikan gugus $-\text{OH}$ pada selulosa menjadi lebih reaktif. Selulosa xantat yang dihasilkan berubah warna dari putih menjadi berwarna jingga seperti pada Gambar 4.3 (b).

4.2 Pembuatan *Beads* Alginat-Selulosa Xantat

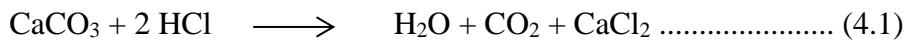
Beads komposit alginat-selulosa dibuat dengan teknik *dropping*. Teknik ini dilakukan dengan meneteskan alginat-selulosa pada larutan zink asetat menggunakan *syringe*. Komposit alginat-selulosa diberi penambahan agen porogen CaCO_3 dengan variasi 0,5; 1; dan 1,5 gram. Penambahan tersebut diharapkan dapat menghasilkan *beads* dengan pori-pori terbaik. Pencetakan *beads* dilakukan dengan metode gelasi ionik. Menurut Ghosh (2006) gelasi ionik dapat melibatkan proses *crosslink* antara polielektrolit dengan pasangan ion multivalen sehingga dapat memperkuat kekuatan mekanis *beads*. Kekuatan mekanis dapat diperkuat dengan mendiamkan *beads* selama 24 jam. *Beads* yang dihasilkan bersifat kaku karena proses *crosslink* telah maksimal antara alginat dengan zink asetat.



Gambar 4.4 (a) Proses pencetakan *beads*, (b) pendiaman *beads*, dan (c) *beads* setelah pemanasan suhu 37°C.

Beads yang telah didiamkan selama 24 jam kemudian dilakukan pencucian dengan menggunakan HCl 1 mmol/L untuk menghilangkan porogen CaCO_3 .

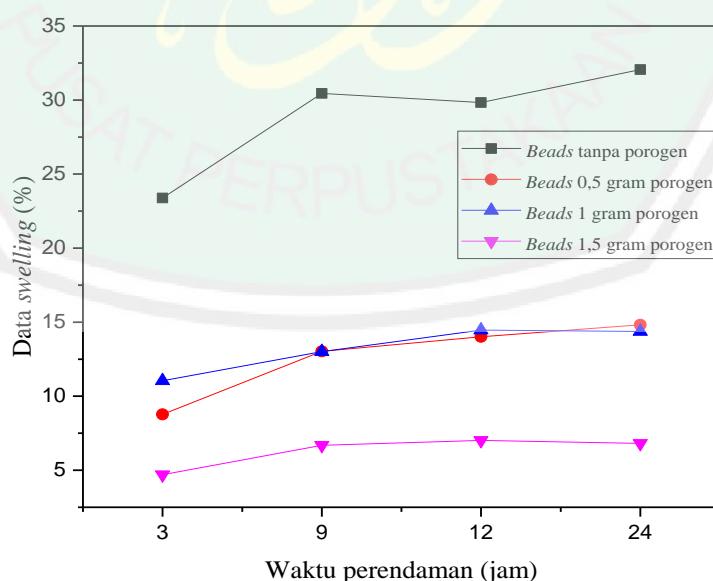
Penghilangan tersebut dilakukan selama 45 menit. Proses penghilangan porogen CaCO_3 dapat digambarkan dengan reaksi berikut.



Reaksi tersebut menggambarkan terbentuknya gelembung CO_2 yang merupakan hasil reaksi porogen CaCO_3 dengan HCl . Gelembung CO_2 yang terbentuk menandakan bahwa pori-pori *beads* telah terbentuk. Selanjutnya dilakukan pemanasan pada suhu 37°C untuk menghilangkan kadar air seperti terlihat pada Gambar 4.4 (c). Menurut Choi, dkk. (2002) proses pengeringan *beads* bertujuan untuk menjadikan *beads* lebih berpori dengan melepaskan sejumlah air yang masih terjerap di dalamnya.

4.3 Pengaruh Penambahan Porogen CaCO_3 terhadap Daya Swelling Beads

Penentuan daya serap *beads* terhadap air dilakukan dengan variasi porogen dan waktu perendaman.



Gambar 4.5 Data swelling beads.

Perlakuan ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan *beads* mengembang pada media cair. Variasi waktu yang digunakan yaitu 3, 9, 12, dan 24 jam. Nilai data *swelling beads* ditunjukkan pada Gambar 4.5. Berdasarkan Gambar 4.6 *beads* dengan porogen 0,5 gram memiliki nilai *swelling* yang tinggi yaitu 14,83% pada perendaman 24 jam. *Beads* dengan porogen 1,5 gram memiliki *swelling* yang paling rendah yaitu 6,81% pada perendaman 24 jam.

Perbedaan variasi penambahan porogen dan waktu perendaman mempengaruhi kemampuan *swelling beads*. Pengaruh kedua variabel tersebut terhadap daya *swelling beads* dapat diketahui dengan menggunakan uji post hoc. Pengujian dilakukan untuk mengetahui adanya pengaruh yang signifikan porogen dan waktu perendaman.

Tabel 4.1 Hasil Uji LSD antara interaksi penambahan porogen dengan waktu perendaman terhadap daya *swelling beads*.

No.	Perlakuan (Waktu_porogen)	Degradasi rata-rata (%)	No.	Perlakuan (Porogen_waktu)	Degradasi rata-rata (%)
1.	3 jam_porogen 1,5 gram	4.6933 ^a	9.	12 jam_porogen 0,5 gram	14.0133 ^{de}
2.	9 jam_porogen 1,5 gram	6.6833 ^{ab}	10.	24 jam_porogen 1 gram	14.3767 ^{de}
3.	24 jam_porogen 1,5 gram	6.8100 ^{ab}	11.	12 jam_porogen 1 gram	14.4600 ^{de}
4.	12 jam_porogen 1,5 gram	7.0167 ^{ab}	12.	24 jam_porogen 0,5 gram	14.8267 ^e
5.	3 jam_porogen 0,5 gram	8.7667 ^{bc}	13.	3 jam_porogen 0 gram	23.3833 ^f
6.	3 jam_porogen 1 gram	11.0433 ^{cd}	14.	12 jam_porogen 0 gram	29.8333 ^g
7.	9 jam_porogen 1 gram	13.0100 ^{de}	15.	9 jam_porogen 0 gram	30.4467 ^g
8.	9 jam_porogen 0,5 gram	13.0300 ^{de}	16.	24 jam_porogen 0 gram	32.0567 ^g

Berdasarkan hasil uji post hoc pada Lampiran 5 terdapat adanya pengaruh yang signifikan penambahan porogen dan waktu perendaman terhadap kemampuan *swelling beads*. Hasil uji post hoc dilanjutkan dengan uji LSD untuk mengetahui interaksi optimum penambahan porogen dan waktu perendaman pada *beads*. Hasil uji LSD ditunjukkan Tabel 4.1 bahwa *beads* tanpa porogen dengan waktu perendaman 3 jam memiliki daya *swelling* yang optimum dengan rata-rata sebesar 23,3833%. Berdasarkan uji two way anova bahwa penambahan porogen dan waktu perendaman berpengaruh terhadap daya *swelling beads*. Namun, pengaruh penambahan porogen menurunkan nilai daya *swelling*. Semakin lama waktu perendaman maka semakin tinggi kemampuan *beads* dalam menyerap air.

Swelling menyebabkan bertambahnya ukuran diameter *beads*. *Beads* dengan porogen 1,5 gram memiliki ukuran yang lebih kecil daripada *beads* dengan porogen 0,5 gram yaitu berturut-turut sebesar 5,57; 4,81; dan 4,19 mm. Menurut Yulianti (2016) alginat dapat menyebabkan terjadinya ikat silang dengan ion Ca^{2+} dari agen porogen. Semakin banyak porogen yang ditambahkan maka semakin banyak ikat silang kation divalen dengan alginat maupun dengan selulosa yang menyebabkan penghambatan ikatan dengan air sehingga daya *swelling beads* menurun.

Variasi porogen yang dilakukan mempengaruhi nilai daya *swelling*. Semakin banyak porogen yang ditambahkan semakin rendah nilai daya *swelling beads*. Menurut Suvachittanont dan Pookingdao (2013) penambahan porogen dibawah 10 gram menghasilkan pori tertutup pada *beads* namun dengan penambahan porogen diatas 10 gram dapat menghasilkan pori yang saling tembus. Pori tertutup yang disebabkan penambahan porogen dapat menjadikan daya

swelling beads lebih lama sehingga air lebih sedikit yang terjerap. Penambahan konsentrasi porogen CaCO_3 dapat membuat permukaan *beads* lebih kasar.

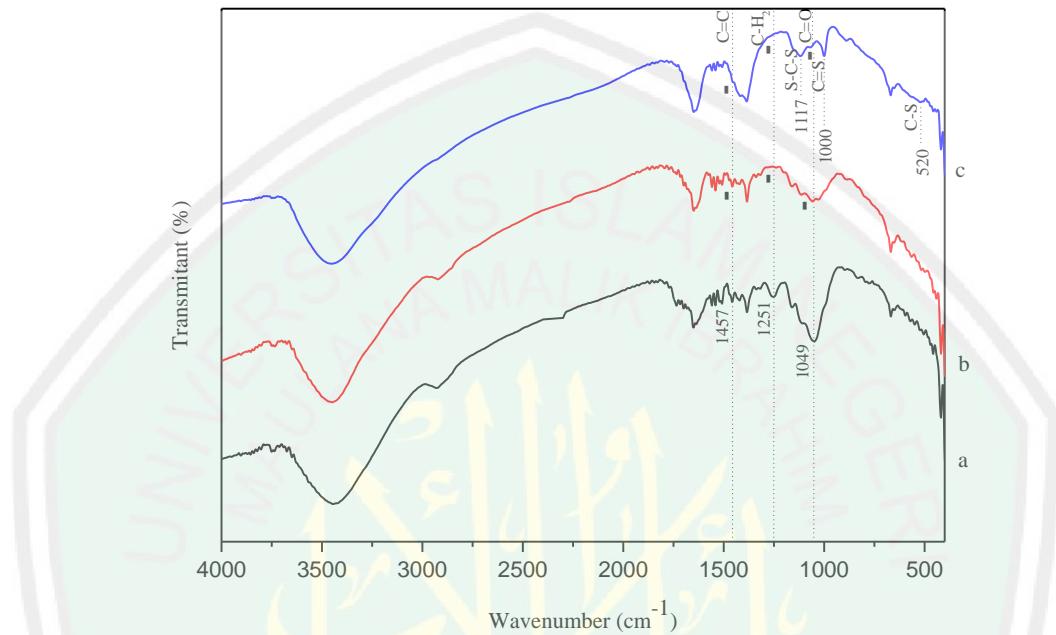
Beads dengan porogen 1,5 gram mempunyai waktu optimum 12 jam. Hal ini terlihat dengan menurunnya daya *swelling beads* setelah melewati waktu 12 jam. Pada variasi waktu 24 jam *beads* hanya mampu menyerap air sebesar 6,81% sedangkan variasi waktu 12 jam *beads* mampu menyerap air sebesar 7,02%. Waktu optimum *beads* dengan porogen 0,5 gram diperoleh pada waktu 24 jam sedangkan *beads* dengan porogen 1 gram diperoleh pada waktu 12 jam kemudian daya swellingnya menurun pada variasi 24 jam. Menurut Puspitasari (2017) rata-rata daya *swelling beads* tertinggi pada waktu 12 jam karena konversi polimer ke dalam matriks gel telah mencapai titik optimum. Difusi terjadi ketika *beads* telah melewati titik optimum *swelling*. Menurut Agnihotri, dkk. (2004) difusi terjadi ketika zat teremban mengalir melalui pori-pori pada matriks polimer.

4.4 Karakterisasi *Beads Alginat-Selulosa*

4.4.1 Analisis Gugus Fungsi *Beads Alginat-Selulosa*

Karakterisasi gugus fungsi sampel menggunakan spektroskopi IR. Sampel yang dikarakterisasi adalah serbuk batang jagung, selulosa hasil ekstraksi, selulosa xantat, dan *beads*. Hasil karakterisasi spektroskopi IR ditampilkan pada Gambar 4.6. Identifikasi jenis modus vibrasi IR sampel dirangkum pada Tabel 4.2. Dari perbandingan spektrum IR sampel dapat diketahui terjadi perubahan puncak-puncak vibrasi IR. Pada spektrum IR sampel selulosa hasil ekstraksi dapat diketahui bahwa terjadi perubahan pada bilangan gelombang 1457 cm^{-1} (modus vibrasi C=C aromatis), 1251 cm^{-1} (modus C-H₂ simetris bending), dan 1049 cm^{-1}

(modus vibrasi C=O *stretching*). Hilangnya bilangan gelombang tersebut mengindikasikan hilangnya senyawa lignin.



Gambar 4.6 Gugus fungsi (a) serbuk batang jagung, (b) selulosa hasil ekstraksi, dan (c) selulosa xantat.

Menurut Hergert (1971) senyawa lignin secara umum diidentifikasi dengan adanya serapan pada bilangan gelombang $1460\text{-}1470\text{ cm}^{-1}$ untuk *stretching* C-H asimetris, bilangan gelombang $1270\text{-}1280\text{ cm}^{-1}$ untuk cincin guasil, dan bilangan gelombang $1030\text{-}1085\text{ cm}^{-1}$ untuk *stretching* eter. Pada spektrum IR sampel selulosa xantat terjadi perubahan puncak vibrasi IR pada bilangan gelombang 1117 cm^{-1} (modus vibrasi C-S), 1000 cm^{-1} (modus vibrasi C=S), dan 520 cm^{-1} (modus vibrasi S-C-S) yang mengindikasikan telah terjadinya reaksi pembentukan xantat. Menurut Tian A., dkk., (2015) bilangan gelombang 580; 1030; dan 1159

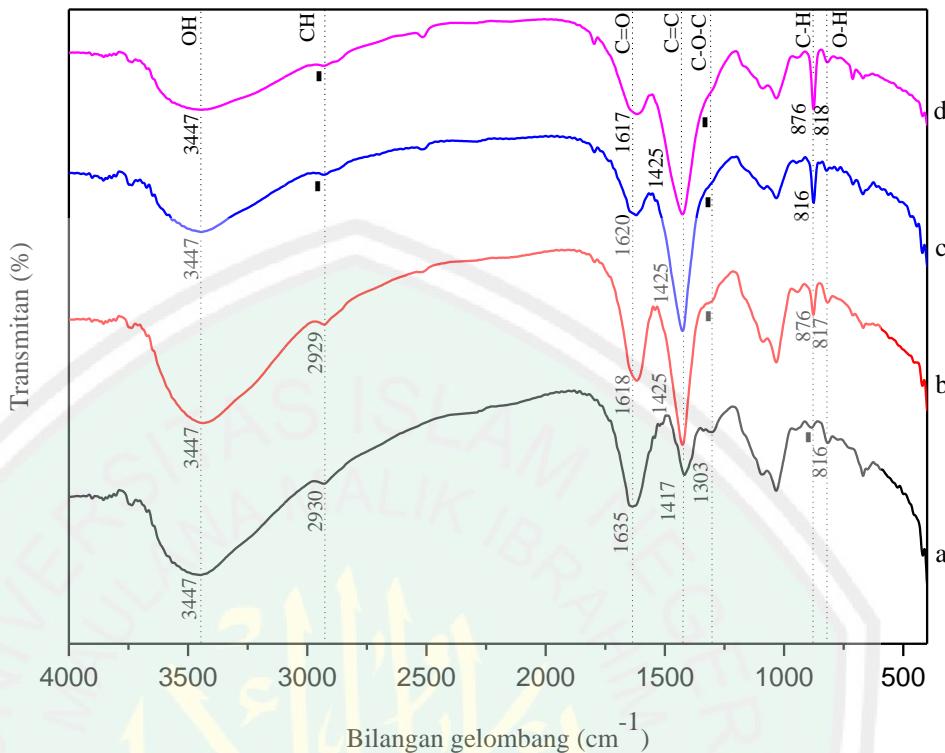
cm^{-1} menunjukkan keberadaan gugus C-S, C=S, dan S-C-S dimana gugus-gugus tersebut merupakan grup xantat.

Tabel 4.2 Data bilangan gelombang serbuk batang jagung, selulosa hasil ekstraksi, dan selulosa xantat hasil

Jenis Vibrasi	Standar IR	Sampel		
		Serbuk batang jagung	Selulosa hasil ekstraksi	Selulosa xantat
OH stretching	3600-3200	3750 3445	- 3448	- 3451
C-H alifatik (sp ³) stretching	3200-2850	2928	2923	-
C=O stretching		1650	1649	1648
C=C aromatis	1650-1450	1508 1457	1540 -	-
C-H ₂ simetris bending	1450-1200	1384 1251	1384	1385
S-C-S	1159	-	-	1117
C=O stretching, C=S	1030 895-890	1049 -	- -	1000 888
Ikatan beta-glikosida		668	668	668
O-H bending	580	-	-	520
C-S	500	-	498	-

Spektrum IR *beads* dengan variasi porogen di tampilkan pada Gambar 4.7.

identifikasi modus vibrasi dirangkum pada Tabel 4.3. Pada spektrum IR *beads* dengan porogen (Gambar 4.7 b, c, dan d) ditemukan perbedaan modus vibrasi dengan spektrum IR sampel *beads* tanpa porogen yaitu pada bilangan gelombang 3735 cm^{-1} (modus vibrasi OH bebas) dan 1303 cm^{-1} (modus vibrasi C=C aromatis) yang mengidentifikasi perubahan gugus fungsi pembawa sifat hidrofilik. Menurut Utami, dkk. (2008) sifat hidrofilik disebabkan oleh adanya gugus OH bebas dan gugus COOH yang berupa garam karboksilat. Adanya gugus non-polar seperti etil, metil dan senyawa aromatik menyebabkan material bersifat hidrofilik.



Gambar 4.7 Gugus fungsi a) *Beads* tanpa porogen, b) *Beads* porogen 0,5 gram, c) *Beads* porogen 1 gram, dan d) *Beads* 1,5 gram.

Bilangan gelombang 3447 cm^{-1} menandakan gugus OH dengan intensitas tinggi pada *beads* tanpa porogen namun intensitasnya menurun dengan adanya penambahan porogen. Keberadaan gugus OH sebagai pembawa sifat hidrofilik sehingga semakin tinggi intesitasnya maka semakin bersifat hidrofilik. Sifat hidrofilik juga dibawa oleh gugus COOH dari asam karboksilat pada bilangan gelombang 1303 cm^{-1} . Berdasarkan Tabel 4.3 bahwa *beads* dengan penambahan porogen puncak modus vibrasi 1303 cm^{-1} mengalami penurunan seiringan penambahan porogen pada *beads*. Menurut Chen, *et. al.*, (2009) gugus hidrofilik di dalam jaringan polimer berpengaruh terhadap perilaku *swelling*. Menurut

Puspitasari (2017) gugus OH pada *beads* dengan intensitas yang tinggi menghasilkan daya *swelling* yang tinggi. Gugus tersebut berasal dari alginat-selulosa xantat yang mampu mengikat molekul air dari pengujian daya *swelling*.

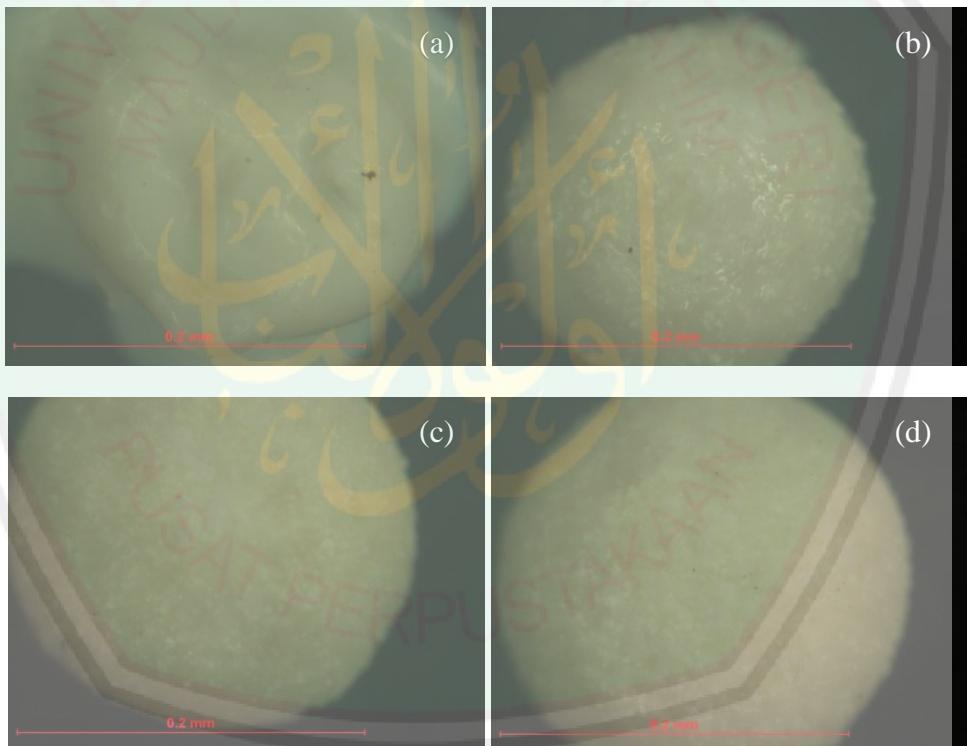
Tabel 4.3 Data bilangan gelombang *beads* tanpa porogen, *beads* porogen 0,5 gram, *beads* porogen 1 gram, dan *beads* porogen 1,5 gram.

Jenis Vibrasi	Standar IR	Sampel			
		<i>Beads</i> tanpa porogen	<i>Beads</i> porogen 0,5 gr	<i>Beads</i> porogen 1 gr	<i>Beads</i> porogen 1,5 gr
OH stretching	3600-3200	3854 3735 3447	3854 3736 3437	3854 3736 3444	3854 - 3445
C-H alifatik (sp ³) stretching	3200-2850	2930 - -	2929 2206	- 2286	- 2515
C=O stretching	1650-1450	1635	1618	1620	1617
C=C aromatis	1450-1200	1417 1303	1425 -	1425 -	1425 -
C-O-C stretching	1159-1030	1092 1033	1087 1032	1084 1032	1089 1032
C-H stretching out of plane dari cincin aromatis	895-890	-	876	876	876
C-H stretching	830	816	817	-	818
O-H bending	660	668	-	669	668

Bilangan gelombang 2930 cm⁻¹ menunjukkan vibrasi C-H alifatik stretching. Menurut Sonmez (2016) penggunaan Zn²⁺ dapat menginduksi perubahan spektrum alginat terutama pada daerah 1400-1700 cm⁻¹. Induksi tersebut menyebabkan pergeseran sedikit hingga perubahan intensitas bilangan gelombang yang diakibatkan oleh agen *crosslink*.

4.4.2 Karakterisasi dengan Mikroskop Optik

Bentuk *beads* diamati dengan menggunakan mikroskop optik. Hasil pengamatan dengan mikroskop optik ditampilkan pada Gambar 4.8 dan diketahui bahwa bentuk *beads* dengan penambahan porogen berbentuk bulat sedangkan *beads* tanpa porogen memiliki bentuk yang tidak bulat. Hal ini disebabkan karena alginat dapat membentuk *crosslink* dengan kation divalen seperti Zn^{2+} dan Ca^{2+} . Proses *crosslink* menyebabkan terbentuknya *egg box* pada rantai alginat. Semakin banyak proses *crosslink* yang terjadi maka semakin bulat *beads* yang dihasilkan.



Gambar 4.8 Hasil pengamatan dengan mikroskop optik (a) *beads* tanpa porogen, (b) *beads* dengan porogen 0,5 gram, (c) *beads* dengan porogen 1 gram, dan (d) *beads* dengan porogen 1,5 gram.

Dengan menggunakan image-J dapat diketahui panjang diameter *beads*. Hasil pengukuran panjang diameter *beads* ditampilkan pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Pengukuran panjang diameter *beads* (mm) kering dan basah dengan Image-J

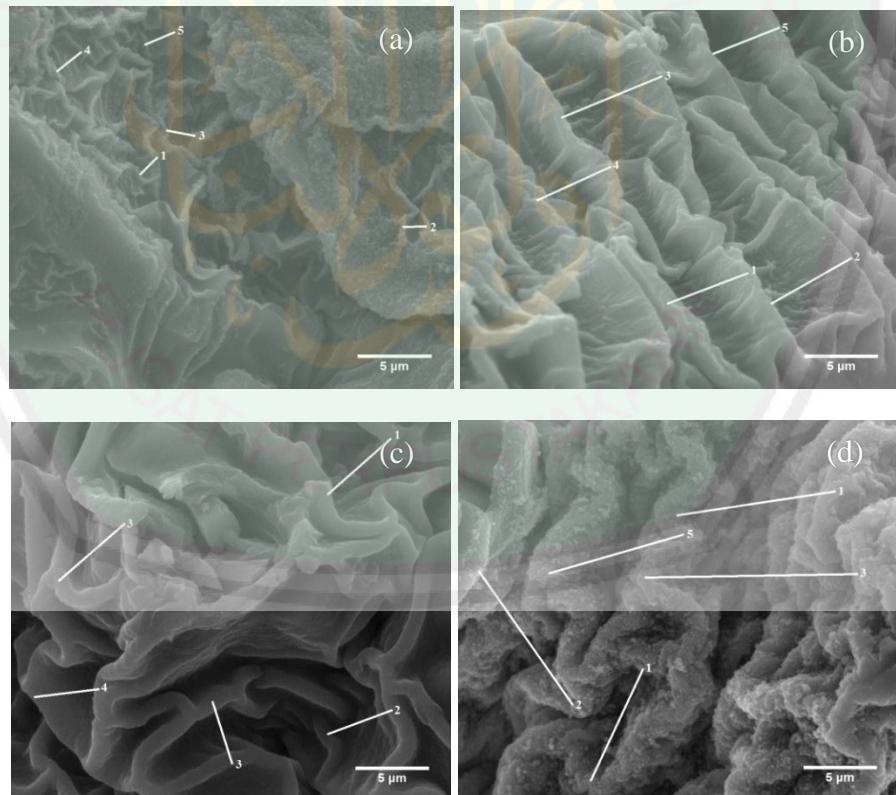
Sampel	Panjang (mm)	
	Kering	Basah
<i>beads</i> tanpa porogen	1,873	5,657
<i>beads</i> porogen 0,5 gram	1,838	5,571
<i>beads</i> porogen 1 gram	1,204	4,814
<i>beads</i> porogen 1,5 gram	1,658	4,186

Berdasarkan pengukuran tersebut *beads* dengan porogen 0,5 gram memiliki diameter yang lebih panjang. Namun, *beads* dengan porogen 1 gram hanya memiliki panjang 1,204 mm sedangkan *beads* dengan porogen 1,5 gram memiliki diameter 1,658 mm. *Beads* dengan diameter yang lebih panjang mempunyai daya *swelling* yang lebih besar. Hal ini disebabkan pori yang terbentuk lebih besar sehingga mudah dalam proses penjerapan molekul air. *Beads* dengan konsentrasi yang lebih besar memiliki permukaan yang lebih bulat. Hal tersebut disebabkan oleh adanya agen porogen. *Beads* dengan porogen terendah memiliki diameter yang lebih panjang.

4.4.3 Karakterisasi SEM-EDX

Karakterisasi dengan menggunakan *scanning electron microscope* (SEM) bertujuan untuk mengetahui morfologi sampel. Gambar SEM ditampilkan pada Gambar 4.9 dan Lampiran 9. Dari gambar tersebut dapat diketahui bahwa partikel *beads* mempunyai bentuk bulat dan permukaan yang kasar. Bentuk bulat

dihasilkan dari proses *crosslink* alginat dengan kation divalen Zn^{2+} dan Ca^{2+} . Permukaan *beads* yang kasar disebabkan karena telah terbentuknya pori-pori pada *beads*. Dari gambar SEM juga dapat diketahui bahwa *beads* mempunyai pori berbentuk lipatan. Ukuran pori diukur dengan menggunakan piranti lunak image-J dan hasil uji dirangkum pada Tabel 4.5. Dari Tabel 4.5 dapat diketahui bahwa *beads* dengan konsentrasi porogen yang lebih besar mempunyai ukuran pori yang semakin panjang. Porogen ditambahkan untuk membentuk pori *beads* akan tetapi menyebabkan meningkatnya ukuran panjang pori *beads*. Hal ini disebabkan karena proses *crosslink* alginat dengan kation divalen lebih banyak sehingga jarak antar rongga pori semakin bertambah panjang.



Gambar 4.9 Hasil Karakterisasi SEM *beads* pada perbesaran 10.000x (a) tanpa porogen, (b) porogen 0,5 gram, (c) porogen 1 gram, dan (d) porogen 1,5 gram.

Menurut Suvachittanont dan Pookingdao (2013) penambahan porogen yang rendah menghasilkan pori yang berifat tertutup sedangkan penambahan porogen diatas 10 g menghasilkan pori yang saling tembus

Tabel 4.5 Range panjang pori beads

Panjang diameter pori (μm)			
<i>Beads</i> tanpa porogen	<i>Beads</i> 0,5 gram porogen	<i>Beads</i> 1 gram porogen	<i>Beads</i> 1,5 gram porogen
2,535 – 3,425	2,922 – 5,086	4,120 – 5,628	7,171 – 10,291

Tabel 4.6 Kandungan unsur pada *beads* alginat – selulosa xantat.

Sampel	Berat masing – masing unsur (%)			
	O	S	Ca	Zn
<i>Beads</i> tanpa porogen	27,97%	17,38%	-	54,65%
<i>Beads</i> porogen 0,5 gram	33,68%	16,23%	02,51%	47,57%
<i>Beads</i> porogen 1 gram	32,18%	08,74%	12,73%	46,35%
<i>Beads</i> porogen 1,5 gram	31,54%	09,36%	06,73%	50,75%

Berdasarkan hasil EDX didapatkan unsur Ca pada *beads* dengan penambahan agen porogen yang mengindikasikan keberadaan material porogen CaCO_3 pada *beads*. Unsur Zn teridentifikasi yang menandakan telah terjadi proses crosslink antara alginat dengan Zn^{2+} .

4.5 Adsorpsi Methylen Blue pada Beads

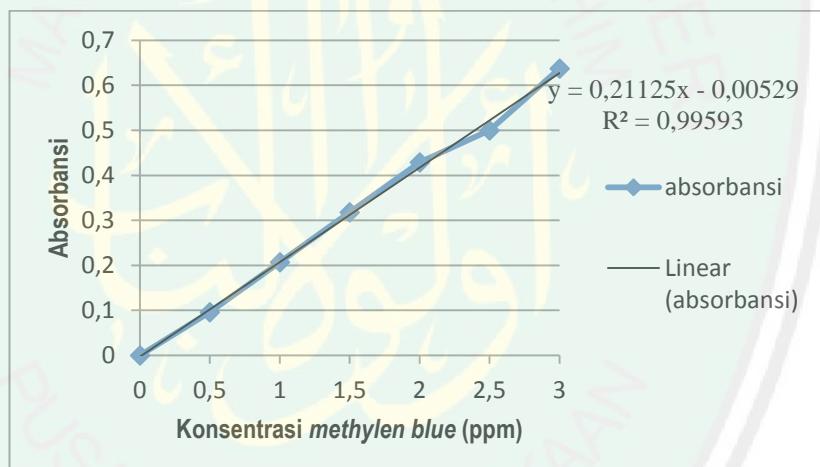
4.5.1 Penentuan Panjang Gelombang Optimum Methyeln Blue

Penentuan panjang gelombang optimum dilakukan untuk mengetahui daerah serapan terbesar dari konsentrasi larutan *methylen blue*. Panjang gelombang optimum menggunakan data penelitian anastika 2018. Dari hasil penelitian

tersebut didapatkan panjang gelombang optimum *methylen blue* pada daerah 665 nm.

4.5.2 Pembuatan Kurva Standar *Methylen Blue*

Pembuatan kurva standar dilakukan dengan variasi konsentrasi *methylen blue* 0,5; 1; 1,5; 2; 2,5; dan 3 ppm. Pengukuran dilakukan pada panjang gelombang 665 nm. Kurva standar yang dihasilkan merupakan hubungan antara absorbansi dengan konsentrasi *methylen blue* seperti ditunjukkan pada Gambar 4.10.

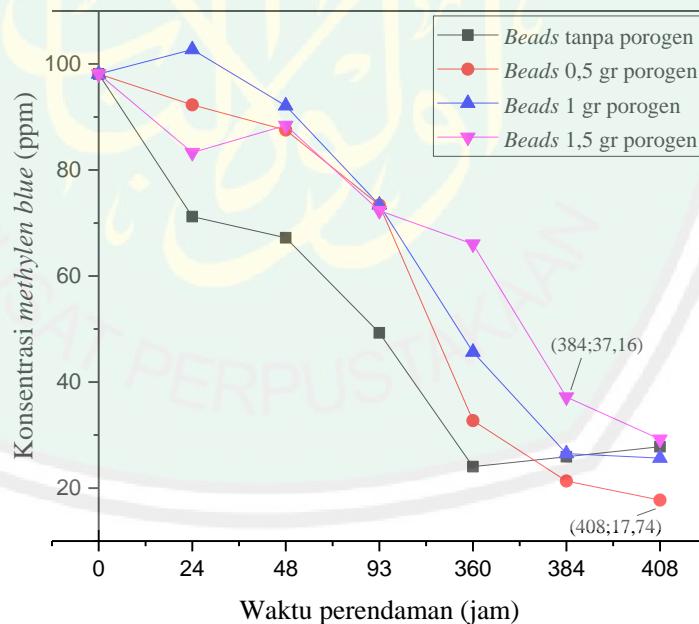


Gambar 4.10 Kurva standar *methylen blue*

Pengukuran kurva standar didapatkan bahwa semakin besar konsentrasi larutan *methylene blue* maka nilai absorbansinya semakin besar. Dari pengukuran tersebut didapatkan persamaan regresi liner $y=0,21125x-0,00529$ dengan nilai $R^2=0,99593$. Persamaan tersebut dapat digunakan untuk menentukan konsentrasi *methylene blue* setelah pengukuran absorbansi *beads* menggunakan spektrofotometer UV-Vis.

4.5.3 Adsorpsi *Methylen Blue* menggunakan *Beads*

Beads yang telah dihasilkan kemudian dilakukan uji adsorpsi *metylen blue*. Tujuan adsorpsi ini adalah untuk mengetahui kapasitas adsorpsi *beads* terhadap penurunan konsentrasi *metylen blue*. Penurunan konsentrasi *metylen blue* ditampilkan pada Gambar 4.11. Berdasarkan Gambar 4.11 menunjukkan bahwa waktu perendaman 384 jam *beads* mempunyai adsorpsi terendah sedangkan 408 jam *beads* mempunyai adsorpsi tertinggi. Proses *crosslink* alginat dengan Zn mempengaruhi kemampuan *beads* dalam adsorpsi. Proses *crosslink* juga melibatkan kation divalen Ca^{2+} . Menurut Sonmez, dkk., (2016) agen *crosslink* dapat mempengaruhi kapasitas adsorpsi *beads*. Agen *crosslink* yang banyak dapat mempengaruhi kapasitas penyerapan *beads*.



Gambar 4.11 Penurunan konsentrasi *methylene blue*.

Kapasitas adsorpsi *beads* tertinggi pada waktu perendaman 408 jam yaitu sebesar 80,76 mg/g. Kapasitas terendah pada waktu perendaman 384 jam yaitu sebesar 46,88 mg/g. *Beads* memerlukan waktu 408 jam atau 17 hari untuk mencapai kapasitas adsorpsi yang tertinggi.

4.6 Hasil Penelitian dalam Perspektif Islam

Sintesis diterangkan di dalam al-Quran sebagai penciptaan segala sesuatu yang ada di bumi dan di langit seperti pada Surah al-Imran ayat 190.

إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ وَاحْتِلَافِ اللَّيلِ وَالنَّهَارِ لَآيَاتٍ لِأُولَئِكَ الْأَلْبَابِ

“Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi, dan silih bergantinya malam dan siang terdapat tanda-tanda bagi orang-orang yang berakal”. (QS. al-Imran, 190)

Menurut tafsir Shihab (2002) segala penciptaan langit dan bumi merupakan tanda-tanda kekuasaan Allah SWT. Penciptaan tersebut merupakan suatu bentuk kesempurnaan dan ketepatan bagi Allah SWT. Sintesis dalam dunia kimia memberikan informasi bahwa dalam pembuatan material (*beads*) harus mendapatkan hasil yang terbaik. Hasil yang terbaik didukung dengan sifat dan ciri dari *beads* tersebut.

Karakter *beads* yang diperlukan harus sesuai dengan kadar yang telah ditetapkan. Penetapan kadar telah diterangkan di dalam al-Qurah Surah al-Qamar ayat 49.

إِنَّا كُلَّ شَيْءٍ خَلَقْنَاهُ بِقَدَرٍ

“Sesungguhnya Kami menciptakan segala sesuatu menurut ukuran”

Allah SWT. telah menciptakan segala sesuatu sesuai dengan ukuran masing-masing. Ukuran yang ditetapkan tersebut mempunyai hikmah yang besar bagi manusia. Karakter yang ditentukan menjadikan *beads* lebih bermanfaat. Penciptaan segala sesuatu di muka bumi mempunyai manfaat. Sebagaimana diciptakannya alginat dan selulosa yang berasal dari tumbuh-tumbuhan.

Alginat-selulosa sebagai komposit *beads* mempunyai banyak manfaat seperti diterangkan di dalam al-Quran Surah al-Imran ayat 191.

رَبَّنَا مَا حَلَقْتَ هَذَا بِأَطْلَالٍ سُبْحَانَكَ فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ

“*Ya Tuhan kami, tiadalah Engkau menciptakan ini dengan sia-sia, Maha Suci Engkau, maka peliharalah kami dari siksa neraka*”. (QS. al-Imran, 191)

Ayat ini menerangkan bahwa segala penciptaan Allah SWT. tidak ada yang sia-sia. Menurut Shihab (2002) segala pencitaan di bumi ini mempunyai banyak hikmah yang telah ditentukan oleh Allah SWT. Ayat ini memberikan informasi bahwa alginat-selulosa mempunyai banyak manfaat salah satunya adalah dapat dijadikan komposit pada material *beads*.

Senyawa porogen dibuat bermacam-macam untuk mendapatkan komposisi yang terbaik. Penambahan porogen yang bermacam-macam sebagai perbandingan agar dapat menentukan *beads* dengan karakter yang terbaik yang memiliki senyawa porogen yang sesuai. Variasi senyawa porogen telah diterangkan di dalam al-Quran sebagai segala sesuatu yang bermacam-macam seperti pada Surah an-Nahl ayat 69.

يَخْرُجُ مِنْ بُطُونِهَا شَرَابٌ مُّخْتَلِفُ الْوَانُهُ فِيهِ شِفَاءٌ لِلنَّاسِ

“*Dari perut lebah itu keluar minuman (madu) yang bermacam-macam warnanya, didalamnya terdapat obat yang menyembuhkan bagi manusia*”. (QS. an-Nahl, 69)

Penciptaan segala sesuatu yang bermacam-macam bertujuan untuk menjadikan material *beads* lebih bermanfaat dengan mengetahui komposisi yang sesuai. Menurut Shihab (2002) madu yang bermacam-macam memberikan manfaat yang besar bagi kehidupan manusia. Kandungan yang bermacam-macam menjadikan material tersebut semakin banyak manfaatnya.



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dijelaskan pada pembahasan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Agen porogen dapat meningkatkan pori *beads* alginat-selulosa xantat. Semakin tinggi konsentrasi porogen maka pori *beads* yang dihasilkan semakin banyak.
2. Daya *swelling beads* meningkat dengan menurunnya konsentrasi porogen CaCO_3 . *Beads* dengan porogen 0,5 gram memiliki daya *swelling* tertinggi yaitu sebesar 14,83% pada waktu perendaman 24 jam. Daya *swelling* terendah dimiliki *beads* dengan porogen 1,5 gram yaitu sebesar 6,81% pada waktu perendaman 24 jam. Spektra gugus OH pada bilangan gelombang 3447 cm^{-1} memiliki intensitas yang berbeda. Semakin banyak porogen yang ditambahkan maka gugus OH yang terlihat memiliki intensitas yang rendah yang kemudian berdampak terhadap daya *swelling beads*. *Beads* dengan tanpa porogen memiliki bentuk yang tidak teratur. Semakin tinggi konsentrasi porogen dihasilkan panjang *beads* yang semakin pendek. Berdasarkan analisis morfologi *beads* bahwa dengan penambahan porogen menghasilkan permukaan yang kasar, semakin tinggi konsentrasi yang ditambahkan semakin kasar permukaan *beads*. Kapasitas adsorpsi *beads* tertinggi pada waktu 384 jam yaitu sebesar 80,76 mg/g sedangkan kapasitas adsorpsi terendah pada waktu 46,88 mg/g.

5.2 Saran

1. *Beads* setelah waktu perendaman uji *swelling* perlu dipastikan benar-benar tidak ada air yang masih terjerap pada bagian luar permukaan *beads*.
2. Perlu dilakukan penambahan konsentrasi porogen agar pori *beads* yang dihasilkan bersifat terbuka.
3. Perlu dilakukan variasi agen porogen untuk mengetahui perbandingan pori *beads* dihasilkan.



DAFTAR PUSTAKA

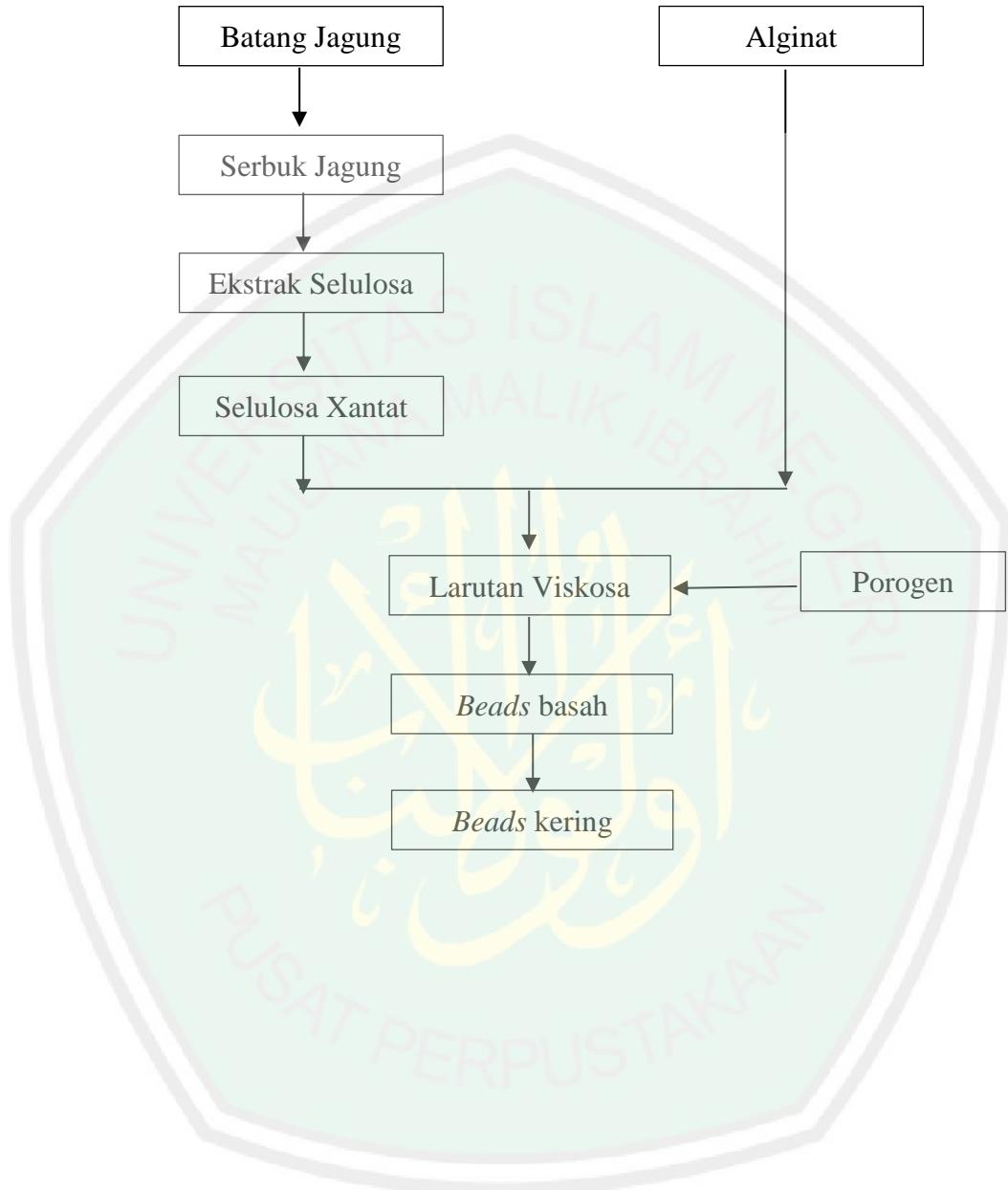
- Bai, Y. X., dan Li, Y. F. 2006. Preparation and characterization of crosslinked porous cellulose beads. *Carbohydrate Polymers*. 64 (2006) 402-407.
- Boufi, S., dan Chaker, A. 2016. Easy Production of Cellulose Nanofibrils from Corn Stalk by a Conventional High Speed Blender. *Industrial Crops and Products*. 1-9.
- Chen, J., Liu, M., Liu, H., dan Ma, L., 2009. Synthesis, Swelling and Drug Release Behavior of Poly (N,N-dimethylacrylamide-co-N-hydroxymethyl acrylamide) Hydrogel. *Materials Science and Engineering C*. 29. 2116-2123.
- Choi, dkk., 2002. Preparation of Alginate Beads for Floating Drug Delivery System: Effects of CO₂ Gas-Forming Agents. *International Journal of Pharmaceutics*, 239(1-2): 81-91.
- Edison, D. 2015. Pengaruh Konsentrasi HCl dalam Proses Hidrolisis α-Selulosa dari Ampas Tebu (*Saccharum officinarum L*) terhadap Karakteristik Mikrokristalin. *Skripsi*. Padang: Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Andalas.
- Gemeiner, P., Benes, M. J., Stamberg, J. 1989. Bead Cellulose and Its use in Biochemistry and Biotechnology. *Chemistry Papers* 43 (6) 805-848.
- Gericke, M., Trygg, J., Fardin, P., 2012. Functional cellulose beads: preparation, characterization and applications. *Chemical Reviews*, Juni 15.
- Ghosh, S. K. 2006. *Functional Coating and Microencapsulation: A General Perspective*. Weinheim: Wiley-VCH Verlag GmbH and Co. KgaA.
- Hergert, H. L. 1971. Infrared Spectra. *Willey Interscience*, New York. 267-297.
- Irviyanti, A. S. 2019. Modifikasi Batang Jagung menggunakan Asam Sitrat sebagai Biosorben *Methylen Blue*. *Skripsi*. Malang: UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Katsir, Ibnu. 2015. *Lubaabut Tafsir Min Ibnu Katsir*. Bogor: Pustaka Imam Syaf'i
- Labanni, A., Zakir, M dan Marning.2015. Sintesis dan Karakterisasi Karbon Nanopori Ampas Tebu (*Saccharum officinarum*) dengan Aktivator ZnCl₂ melalui Iradiasi Ultrasonik sebagai Bahan Penyimpan Energi Elektrokimia, Indo. *Chim Acta*, 8 (1), 1-9.

- Lee, K.Y. dan Mooneya, D.J. 2012. Alginate: Properties and Biomedical Applications. *Progress in Polymer Science*, 37 (1): 106-126.
- Lehninger, A.L. 1995. *Dasar-Dasar Biokimia. Terjemahan Maggy Thenawidjaya*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Lestari, Puji., dkk. 2012. Pengembangan Teknologi Pembuatan Biopolimer Bernilai Ekonomi Tinggi dari Limbah Tanaman Jagung (*Zea Mays*) untuk Industri Makanan: CMC (*Carboxymethylcellulose*).
- Mardliyati, Etik., Muttaqien, Sjaikhurrial E., Setyawati, Damai, R. 2012. Sintesis Nanopartikel Kitosan-*Trypoly Phosphate* dengan Metode Gelasi Ionik: Martien, Ronny., dkk. 2012. Perkembangan Teknologi Nanopartikel sebagai Sistem Penghantaran Obat. *Farmaseutik*, 8 (1). Pengaruh Konsentrasi dan Rasio Volume terhadap Karakteristik Partikel. Prosiding Pertemuan Ilmiah Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Bahan.
- Puspitasari, Sindi. 2017. Preparasi dan Karakterisasi Komposit *Beads Alginat-Selulosa* dari Ampas Tebu Melalui Metode Gelasi Ionik dengan CaCO_3 Sebagai Porogen. *Skripsi*. Malang: UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Rowe, dkk. 2006. *Handbook of Pharmaceutical Excipients*, Edisi 6. London: Pharmaceutical Press.
- Saleh, dkk. 2009. Pengaruh Konsentrasi Pulp, Temperatur, dan Waktu Pemasakan pada Pembuatan Pulp dari Sabut Kelapa Muda. *Jurnal teknik Kimia*. 16(3): 35-44.
- Sescouse, R. Gavillon, R. 2010. Wet and Dry Highly Porous Cellulose *Beads* from Cellulose-NaOH-Water Solutions: Influence of The Preparation Conditions on *Beads* Shape and Encapsulation of Inorganic Particles. *Journal of Mater Science* (2010) 46: 759-765.
- Shihab, Q. 2002. *Tafsir Al-Misbah Pesan, Kesan, dan Keserasian Al-Quran Volume II*. Jakarta: Lentera Hati.
- Singh, Rudra Pratap., Gangadharappa, H. V., Mruthunjaya, K., 2017. Phospholipids: Unique Carriers for Drug Delivery Systems. *Journal of Drug Delivery Science and Technology*. Karnataka, India.
- Sonmez, dkk. 2016. *Alginate/Cellulose Composite Beads for Environmental Applications*. U.P.B. Science Bull. Series B, Vol. 78, Iss. 2.
- Suvachittanont, S., dan Pookingdao, W. 2013. Development of Porous Spherical Cellulose *Beads* Production from Corn Cob as an Exfoliating Agent or

- Cosmetic Industries. *Journal of Chemistry and Chemical Engineering*, 7(12): 1156-1163.
- Swatloski, R. P., Spear, S. K., Holbery, J. D. Rogers, Robin D. 2002. Dissolution of Celloose with Ionic Liquids. *J. AM. chemistry society*, 124: 4974-4975.
- Tian, A., dkk. 2015. Equilibrium, Kinetic and Mechanism Studies on The Biosorprion of Cu²⁺ and Ni²⁺ by Sulfur-modified Bamboo Powder. *Korean Journal Chem. Eng.*, 32(2). 342-349
- Ulfah, U. A., Musfiroh, I. 2008. Aplikasi Teknologi Nanopartikel Polimer Eter Selulosa dalam Sistem Penghantaran Obat: Artikel Review. *Farmaka*. 14 (1).
- Umiyashih, U., Wina, E. 2008. Pengolahan dan Nilai Nutrisi Limbah Tanaman Jagung sebagai Pakan Ternak Ruminansia. *Wartazoa*. 3.
- Utami, Sri Nuryani H., dkk. 2008. Sifat Fisik, Kimia dan FTIR Spektrofotometri Gambut Hidrofobik Kalimantan Tengah. *Jurnal Tanah Trop*. Vol. 14. No. 2. 159-166.
- Wang, Ting. Li, Bin. Si, Hongyan. 2012. Preparation of Regenerated Cellulose Beads and Its Coating with Cyclodextrins. *Cellulose Chemistry and Technology*. 47 (1-2): 37-47.
- Wicita, Prisca Safriani., 2012. Aplikasi Xanthan Gum dalam Sistem Penghantaran Obat: Review. *Farmaka*, 15 (3).
- Xue, Yang., dkk. 2017. Effect of Preparation Methods on The Morphology and Properties of Nanocellulose (NC) Extracted from Corn Husk. *Industrial Crops and Products*. 109: 241-247.
- Yulianti, E., Meilina R. D., dan Rifatul, M. 2016. Pembuatan *Nature Celulosa Beads* dari Batang Jagung Sebagai Pengembang Senyawa Aktif Antidiabetik Tanaman Kelor *Moringa Oleivera*. Laporan.
- Zhao, dkk. 2013. Surface Characterization of Corn Stalk Superfine Powder Studied by FTIR and XRD. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 104: 207–212

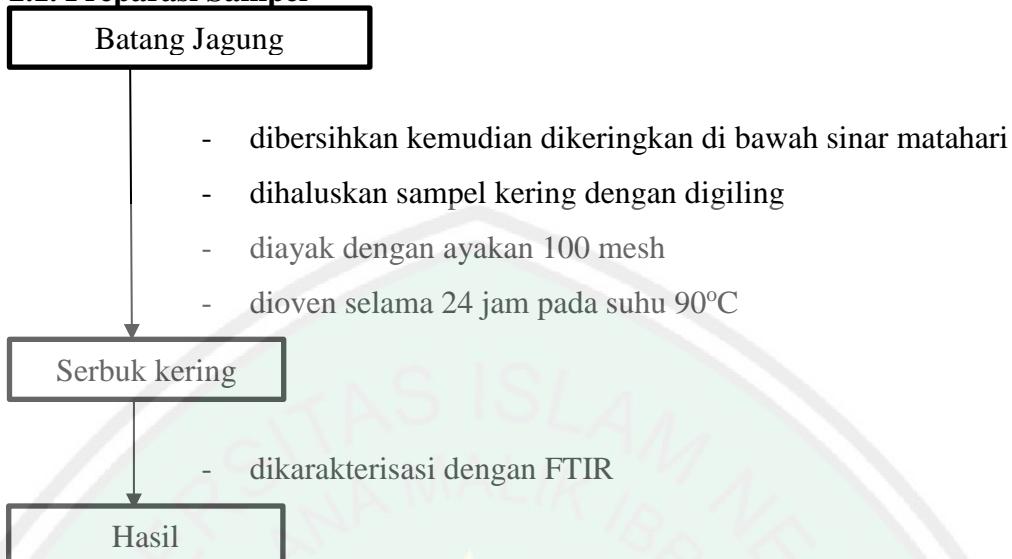
LAMPIRAN

Lampiran 1. Rancangan Penelitian

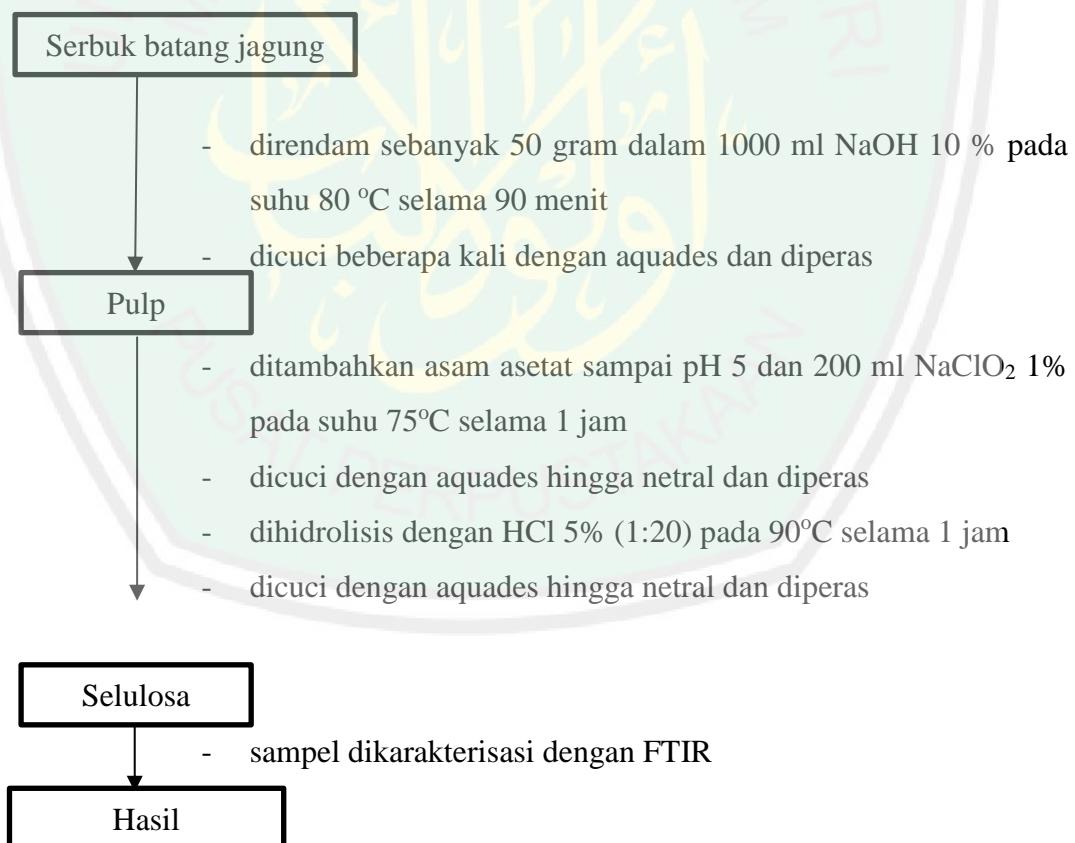


Lampiran 2. Diagram Alir

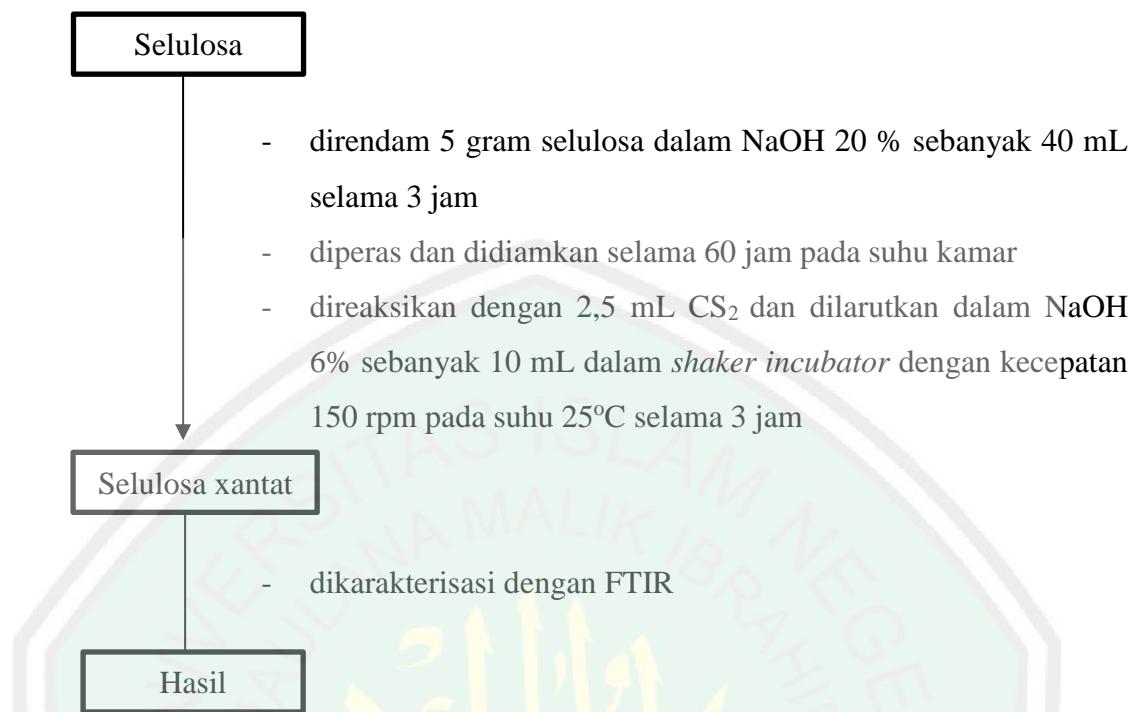
2.1. Preparasi Sampel



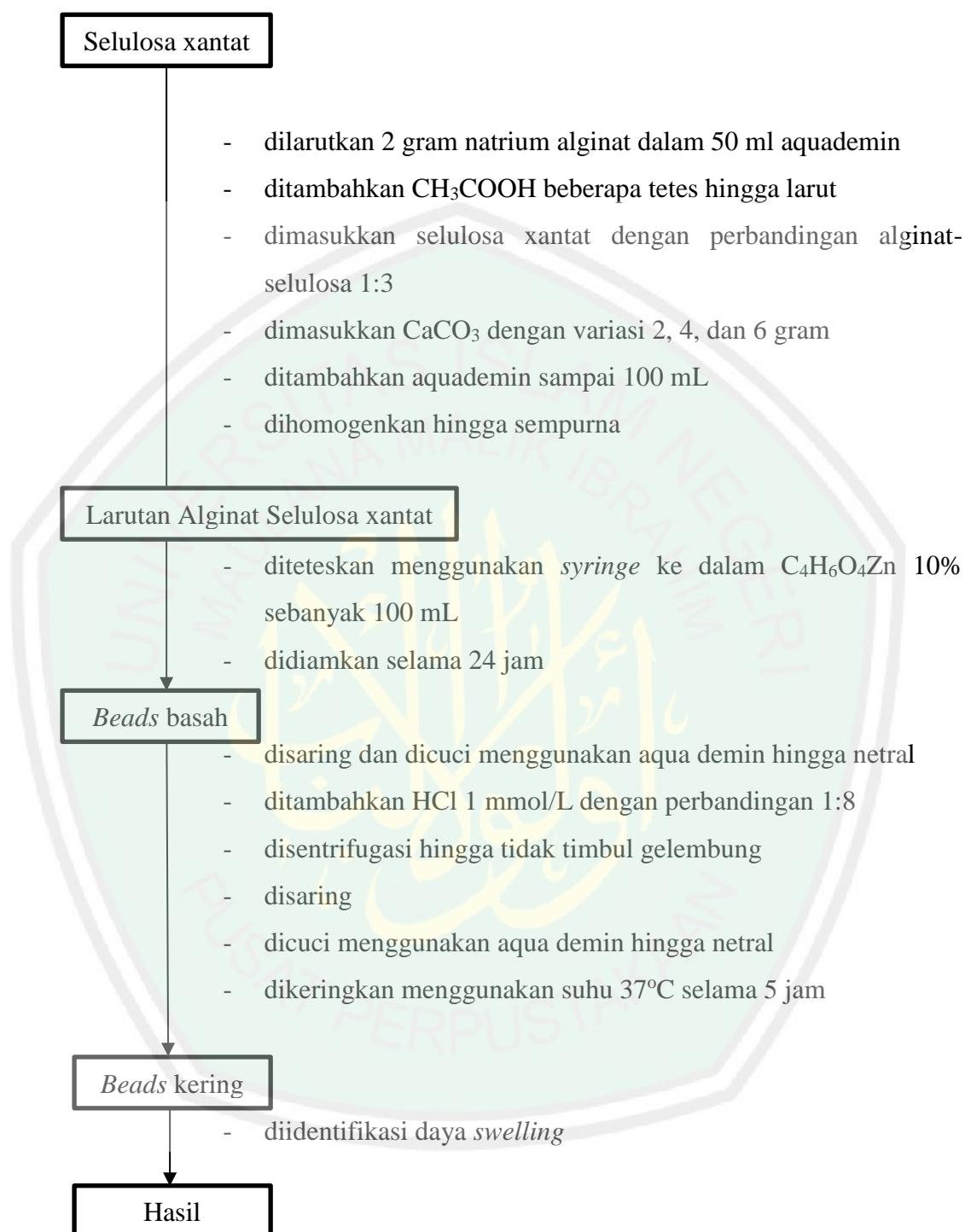
2.2 Ekstraksi Selulosa dari Batang Jagung



2.3. Pembuatan Selulosa Xantat

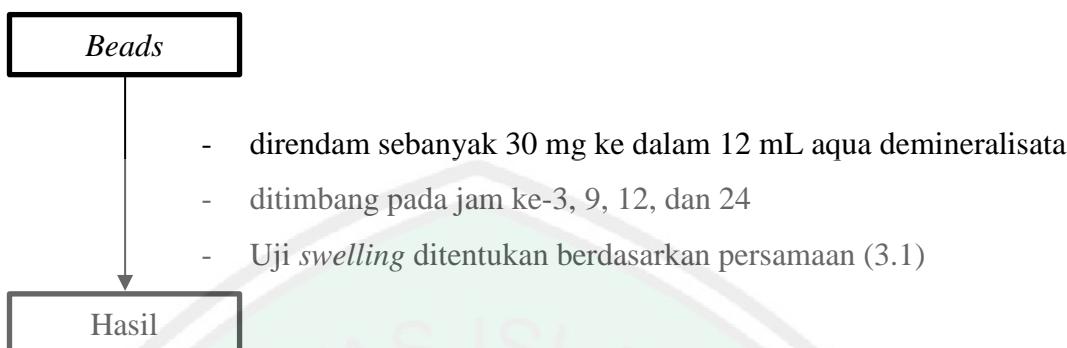


2.4. Penentuan Konsentrasi Terbaik CaCO₃ dalam Pembentukan Pori Beads

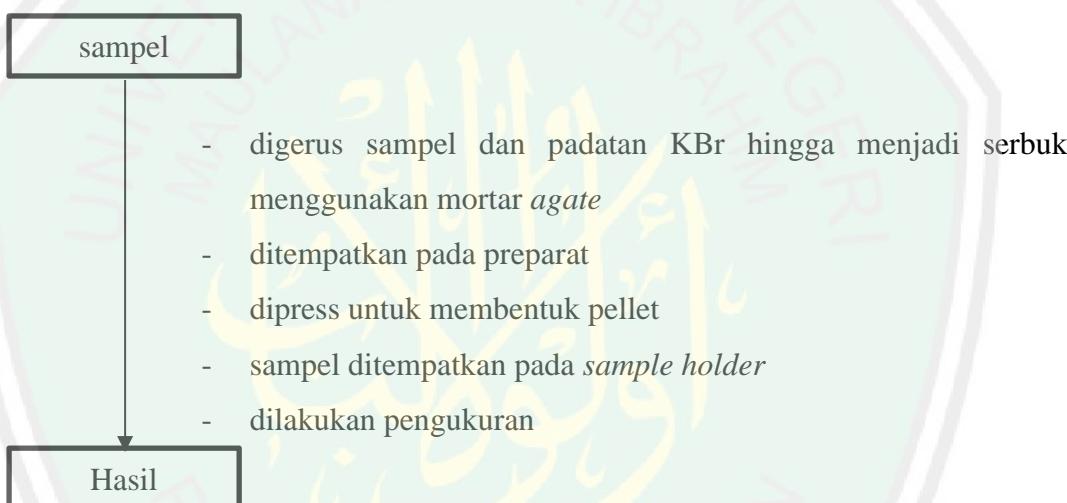


2.5. Karakterisasi

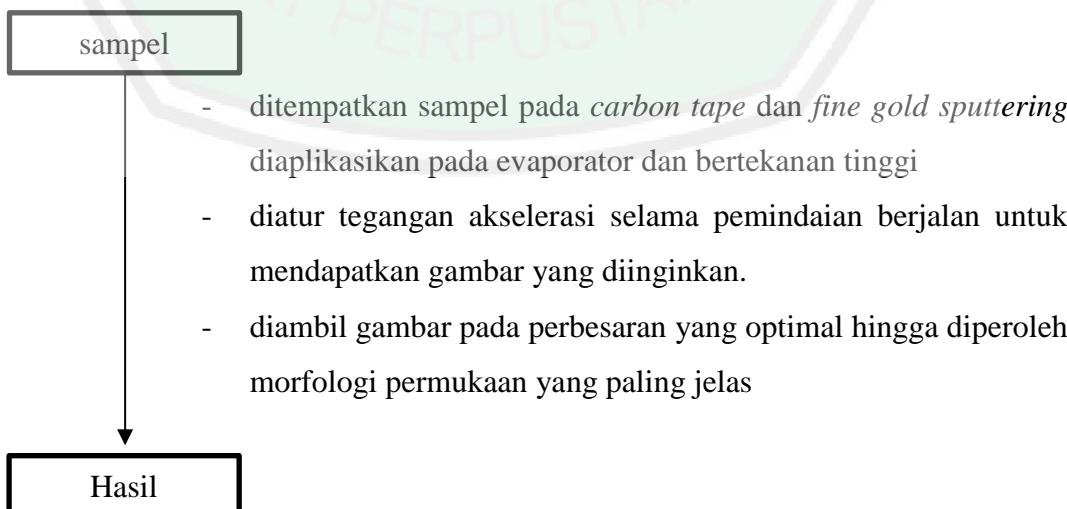
2.5.1. Uji Swelling Beads



2.5.2. Analisis Gugus Fungsi



2.5.3. Analisis Morfologi Permukaan



2.5.4. Penentuan Kapasitas Adsorpsi Beads

2.5.4.1. Penentuan Panjang Gelombang Optimum Methylen Blue

Methylen blue 5 ppm

- diatur larutan pada pH 7 dengan menambahkan HCl 0,1 N dan NaOH 0,1 N
- dituang ke dalam kuvet
- dimasukkan ke dalam spektrofotometer UV-Vis
- diukur panjang gelombang optimum pada rentang 400-700 nm

Hasil

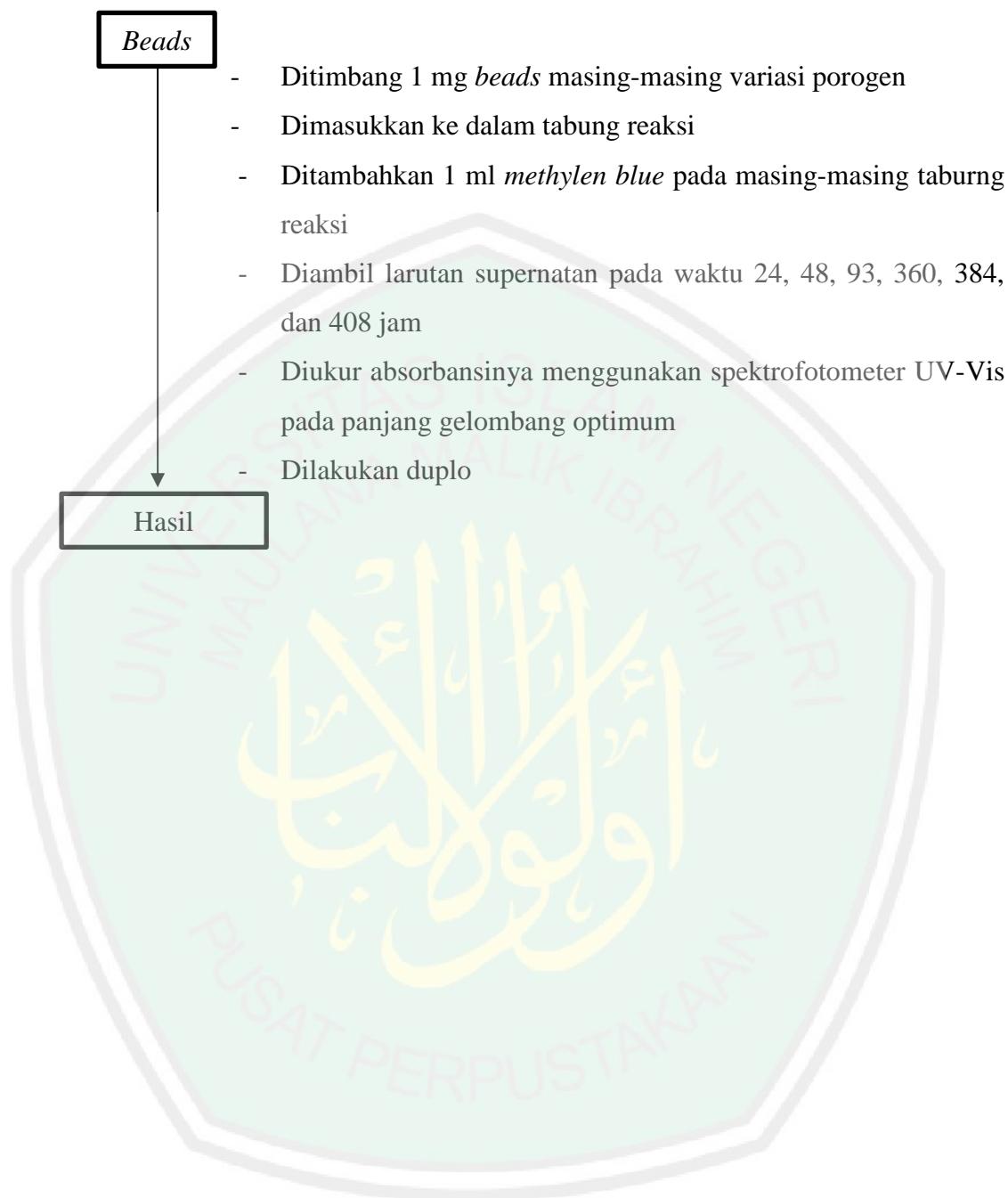
2.5.4.2. Pembuatan Kurva Standar

Larutan baku *methylen blue* 50 ppm

- diambil 0,5; 1; 1,5; 2; 2,5; dan 3 ml (untuk dibuat larutan standar *methylen blue* 1; 1,5; 2; 2,5; dan 3 ppm)
- dimasukkan masing-masing ke dalam *beaker glass* 50 ml
- ditandabataskan
- diatur larutan pada pH 7 dengan penambahan HCl 0,1 N dan NaOH 0,1 N
- dimasukkan ke dalam labu ukur 50 ml kemudian ditandabataskan
- diukur absorbansi masing-masing larutan menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang optimum

Hasil

2.5.4.3 Adsorpsi Methylen Blue pada Beads



Lampiran 3. Perhitungan dan Preparasi Larutan

3.1. Ekstraksi Selulosa

a. NaOH 10% dalam 1000mL

Diketahui:

$$\% \frac{b}{v} = 10\%$$

$$v = 1000 \text{ mL}$$

Ditanya: m

Jawab:

$$\% \frac{b}{v} = \frac{m}{v} \dots\dots\dots(3.1(a))$$

$$10\% = \frac{m}{1000 \text{ mL}}$$

$$m = 100 \text{ gr}$$

Jadi, larutan NaOH 10% dibuat dengan 100 gr NaOH yang diencerkan dalam 1000 mL aquades.

b. NaClO₂ 1% dalam 250 mL

Diketahui:

$$M_1 = 1\%$$

$$M_2 = 25\%$$

$$V_2 = 250 \text{ mL}$$

Ditanya: V₁

Jawab:

$$\%_1 x V_1 = \%_2 x V_2 \dots\dots\dots(3.1(b))$$

$$25\% x V_1 = 1\% x 250 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{1\% x 250 \text{ mL}}{25\%}$$

$$V_1 = 10 \text{ mL}$$

Jadi, larutan NaClO₂ 1% dibuat dari larutan NaClO₂ 25% dengan mengencerkan 10 mL NaClO₂ dalam 250 mL aquades.

c. CH_3COOH 10% dalam 100 mL

Diketahui:

$$M_1 = 99,85\%$$

$$M_2 = 10\%$$

$$V_2 = 250 \text{ mL}$$

Ditanya: V_1

Jawab:

$$99,85\% \times V_1 = 10\% \times 100 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{10\% \times 100 \text{ mL}}{99,85\%}$$

$$V_1 = 10,02 \text{ mL}$$

Jadi, larutan CH_3COOH 10% dibuat dari larutan CH_3COOH 99,85% dengan mengencerkan 10,02 mL CH_3COOH dalam 100 mL.

d. HCl 5% dalam 1000 mL

Diketahui:

$$M_1 = 37\%$$

$$M_2 = 5\%$$

$$V_2 = 1000 \text{ mL}$$

Ditanya: V_1

Jawab:

$$37\% \times V_1 = 5\% \times 1000 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{5\% \times 1000 \text{ mL}}{37\%}$$

$$V_1 = 135,1 \text{ mL}$$

Jadi, larutan HCl 5% dibuat dari lautan HCl 37% dengan mengencerkan 135,1 mL HCl dalam 1000 mL aquades.

3.2. Preparasi Beads

a. NaOH 20% dalam 100 mL

Diketahui:

$$\% \frac{b}{v} = 20\%$$

$$v = 100 \text{ mL}$$

Ditanya: m

Jawab:

$$\% \frac{b}{v} = \frac{m}{v}$$

$$20\% = \frac{m}{v100 \text{ mL}}$$

$$m = 20 \text{ gr}$$

Jadi, larutan NaOH 20% dibuat dengan 20 gr NaOH yang diencerkan dalam 100 mL aquades.

b. Zink asetat 5% dalam 100 mL

Diketahui:

$$\% \frac{b}{v} = 10\%$$

$$v = 100 \text{ mL}$$

$$5\% = \frac{m}{100 \text{ mL}}$$

$$m = 5 \text{ gr}$$

Jadi, larutan zink asetat 5% dibuat dengan 5 gr zink asetat dalam 100 mL aquades.

c. HCl 1 mmol/L

Diketahui:

$$bj = 1,19 \frac{\text{gr}}{\text{mL}}$$

$$Mr = 36,5 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}$$

$$M = 37\%$$

$$M_2 = 0,001$$

$$x = 2,5 \text{ mg}$$

Jadi, larutan stok *metyhlen blue* dibuat dengan menlarutkan 2,5 mg *metyhlen blue* dalam 50 ml aquades.

2. Larutan *metyhlen blue* 0,5 ppm

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$50 \text{ ppm} \times V_1 = 0,5 \text{ ppm} \times 50 \text{ ml}$$

$$V_1 = 0,5 \text{ ml}$$

Jadi, larutan *metyhlen blue* 0,5 ppm dibuat dengan melarutkan 0,5 ml larutan stok 50 ppm dalam 50 ml aquades.

3. Larutan *metyhlen blue* 1 ppm

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$50 \text{ ppm} \times V_1 = 1 \text{ ppm} \times 50 \text{ ml}$$

$$V_1 = 1 \text{ ml}$$

Jadi, larutan *metyhlen blue* 1 ppm dibuat dengan melarutkan 1 ml larutan stok 50 ppm dalam 50 ml aquades.

4. Larutan *metyhlen blue* 1,5 ppm

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$50 \text{ ppm} \times V_1 = 1,5 \text{ ppm} \times 50 \text{ ml}$$

$$V_1 = 1,5 \text{ ml}$$

Jadi, larutan *metyhlen blue* 1,5 ppm dibuat dengan melarutkan 1,5 ml larutan stok 50 ppm dalam 50 ml aquades.

5. Larutan *metyhlen blue* 2 ppm

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$50 \text{ ppm} \times V_1 = 2 \text{ ppm} \times 50 \text{ ml}$$

$$V_1 = 2 \text{ ml}$$

Jadi, larutan *metyhlen blue* 2 ppm dibuat dengan melarutkan 2 ml larutan stok 50 ppm dalam 50 ml aquades.

6. Larutan *metyhlen blue* 2,5 ppm

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$50 \text{ ppm} \times V_1 = 2,5 \text{ ppm} \times 50 \text{ ml}$$

$$V_1 = 2,5 \text{ ml}$$

Jadi, larutan *methylen blue* 2,5 ppm dibuat dengan melarutkan 2,5 ml larutan stok 50 ppm dalam 50 ml aquades.

7. Larutan *methylen blue* 3 ppm

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$50 \text{ ppm} \times V_1 = 3 \text{ ppm} \times 50 \text{ ml}$$

$$V_1 = 3 \text{ ml}$$

Jadi, larutan *methylen blue* 3 ppm dibuat dengan melarutkan 3 ml larutan stok 50 ppm dalam 50 ml aquades.

c. Adsorpsi *Methylen Blue* menggunakan *Beads*

Larutan stok 50 ppm

$$\frac{50 \text{ mg}}{1000 \text{ ml}} = \frac{x}{50 \text{ ml}}$$

$$x = \frac{50 \text{ mg} \times 50 \text{ ml}}{1000 \text{ ml}}$$

$$x = 2,5 \text{ mg}$$

Jadi, larutan stok *metyhlen blue* dibuat dengan menlarutkan 2,5 mg *methylene blue* dalam 50 ml aquades.

d. Penghitungan Kapasitas Adsorpsi *Beads*

Tabel L.3.1 Konsentrasi *methylene blue* yang teradsorp *beads*

waktu	fp			
	0 gram	0,5 gram	1 gram	1,5 gram
0 jam	98,10414	98,10414	98,10414	98,10414
24 jam	71,1929	92,28166	102,7195	83,29941
48 jam	67,21657	87,52426	92,10414	88,42367
93 jam	49,26391	73,38225	73,41775	72,34083
360 jam	24,0213	32,73136	45,65444	66,0213
384 jam	25,89112	21,31124	26,50651	37,1574
408 jam	27,80828	17,73728	25,65444	29,21657

Tabel L.3.2 Massa *beads* pada adsorpsi *methylen blue*

Massa <i>beads</i>	Sampel <i>beads</i> dengan porogen (gram)		
	0,5 gram	1 gram	1,5 gram
Tabung reaksi A	0,0096	0,0136	0,0159
Tabung reaksi B	0,0103	0,0145	0,0101
Rata-rata	0,00995	0,01405	0,0130

1. Kapasitas adsorpsi *beads* tertinggi (408;17,74) dengan konsentrasi awal 98,10 ppm, konsentrasi akhir 17,74 ppm, massa rata-rata *beads* 0,00995 gram, dan volume adsorpsi 10 ml.

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas adsorpsi} &= \frac{\text{konsentrasi awal} - \text{konsentrasi akhir}}{\text{massa beads}} \times V \\ &= \frac{98,10 - 17,74 \text{ (ppm)}}{0,00995 \text{ (g)}} \times 10 \text{ ml} \\ &= 80,76 \text{ mg/g} \end{aligned}$$

2. Kapasitas adsorpsi *beads* terendah (384;37,16) dengan konsentrasi awal 98,10 ppm, konsentrasi akhir 37,16, massa rata-rata *beads* 0,0130 gram, dan volume adsorpsi 10 ml.

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas adsorpsi} &= \frac{\text{konsentrasi awal} - \text{konsentrasi akhir}}{\text{massa beads}} \times V \\ &= \frac{98,10 - 37,16 \text{ (ppm)}}{0,0130 \text{ (g)}} \times 10 \text{ ml} \\ &= 46,88 \text{ mg/g} \end{aligned}$$

Lampiran 4. Perhitungan Hasil Penelitian

4.1 Randemen Selulosa Hasil Ekstraksi $Randemen =$

$$\begin{aligned} & \frac{\text{Berat setelah ekstraksi}}{\text{Berat awal}} \times 100\% \\ &= \frac{50.0000 - 31.3708}{50.0000} \times 100\% \\ &= 37.2584\% \end{aligned}$$

4.2 Data Daya Swelling

Perhitungan daya *swelling beads* alginat-selulosa xantat menggunakan persamaan 3.1 sebagai berikut.

$$Swelling = \frac{W_t - W_0}{W_0} \times 100\%$$

dengan W_t adalah berat *beads* terhidrasi, dan W_0 adalah berat *beads* kering. Data yang diperoleh ditampilkan pada tabel L.4.2.1 berikut.

Tabel L.4.2.1. Data *swelling beads* alginat - selulosa xantat

Beads	t (jam)	W_0 (gram)			W_t (gram)			Swelling (%)			Swelling ata-rata (%)
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	
Tanpa porogen	3	0.03 3	0.03 9	0.02 1	0.76 1	0.76 5	0.71 3	22,0 60	24,5	23,59	23,38
	9	0.02 5	0.03 1	0.03 1	0.90 2	0.91 5	0.89 1	35,08	28,52	27,74	30,446
	12	0.02 6	0.03 1	0.03 1	0.81 3	0.95 8	0.91 1	30,27	29,90	29,33	29,835
	24	0.02 9	0.03 2	0.03 0,3	0.99 2	1.02 8	0.98 5	33,21	31,12	31,83	32,055
Porogen 0,5 gram	3	0.02 9	0.02 9	0.03 9	0.28 1	0.30 6	0.27 3	8,66	9,55	8,1	8,769
	9	0.02 9	0.02 9	0.02 9	0.40 1	0.39 4	0.44 7	12,83	12,59	13,67	13,027
	12	0.02 9	0.02 8	0.02 8	0.43 2	0.41 9	0.42 5	13,90	13,96	14,18	14,013
	24	0.03 1	0.03 1	0.03 0,3	0.50 9	0.50 3	0.44 5	15,42	15,23	13,83	14,826
Porogen 1 gram	3	0.03 1	0.03 1	0.03 1	0.38 4	0.37 1	0.36 5	11,39	10,97	10,77	11,043
	9	0.03	0.02 8	0.02 8	0.37 5	0.41 7	0.41 7	11,5	13,64	13,89	13,012
	12	0.03 3	0.03 2	0.02 7	0.49 9	0.51 2	0.41 2	14,12	15	14,26	14,46
	24	0.02 9	0.02 8	0.03 4	0.46 6	0.44 8	0.47 8	15,07	15	13,06	14,376

Porog en 1,5 gram	3	0.02 8	0.03 2	0.03 3	0.17 5	0.17 5	0.17 7	5.25	4.47	4.36	4.694
	9	0.03 3	0.02 9	0.03	0.25 8	0.23 5	0.21 4	6.81	7.10	6.13	6.685
	12	0.02 8	0.02 8	0.03 1	0.23	0.20 7	0.26 2	7.21	6.39	7.45	7.019
	24	0.02 9	0.03 2	0.03 3	0.23 4	0.25 1	0.24 8	7.07	6.84	6.51	6.809



Lampiran 5. Tabel Hasil Uji Post Hoc

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: daya swelling

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	3566.515 ^a	15	237.768	152.344	.000
Intercept	11204.213	1	11204.213	7178.823	.000
waktu	183.970	3	61.323	39.292	.000
porogen	3336.600	3	1112.200	712.615	.000
waktu *	45.944	9	5.105	3.271	.006
porogen					
Error	49.943	32	1.561		
Total	14820.671	48			
Corrected Total	3616.458	47			

a. R Squared = .986 (Adjusted R Squared = .980)

Lampiran 6. Tabel Hasil Uji LSD

		N	daya swelling						
interaksi keduanya			1	2	3	4	5	6	7
Tukey HSD ^{a,b}	3 jam_porogen 1,5 gram	3	4.6933						
	9 jam_porogen 1,5 gram	3	6.6833	6.6833					
	24 jam_porogen 1,5 gram	3	6.8100	6.8100					
	12 jam_porogen 1,5 gram	3	7.0167	7.0167					
	3 jam_porogen 0,5 gram	3		8.7667	8.7667				
	3 jam_porogen 1 gram	3			11.0433	11.0433			
	9 jam_porogen 1 gram	3				13.0100	13.0100		
	9 jam_porogen 0,5 gram	3				13.0300	13.0300		
	12 jam_porogen 0,5 gram	3				14.0133	14.0133		
	24 jam_porogen 1 gram	3				14.3767	14.3767		
	12 jam_porogen 1 gram	3				14.4600	14.4600		
	24 jam_porogen 0,5 gram	3					14.8267		
	3 jam_porogen 0 gram	3						23.3833	
	12 jam_porogen 0 gram	3							29.8333
	9 jam_porogen 0 gram	3							30.4467
	24 jam_porogen 0 gram	3							32.0567
	Sig.		.641	.785	.671	.112	.906	1.000	.704

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

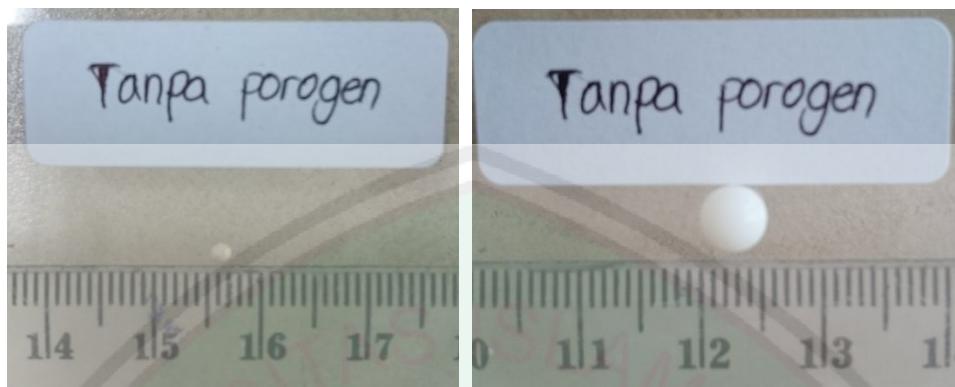
The error term is Mean Square(Error) = 1.561.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

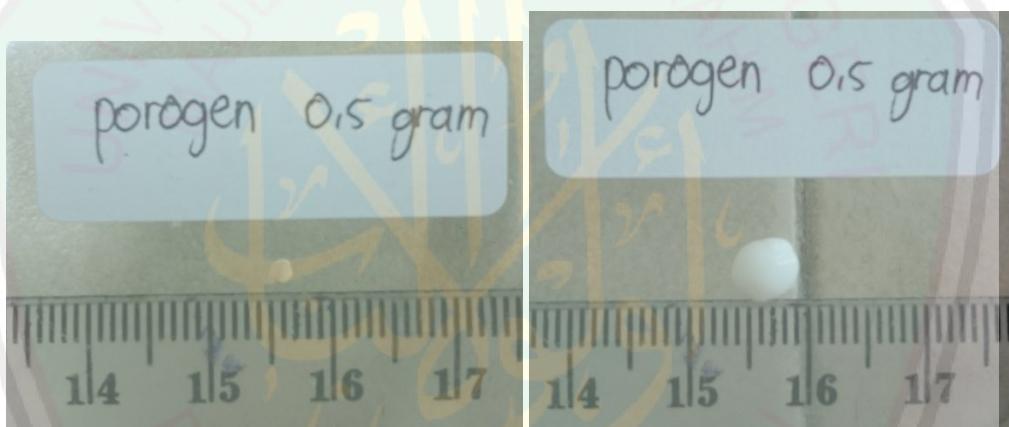
b. Alpha = .05.

Lampiran 7. Data Mikroskop Optik

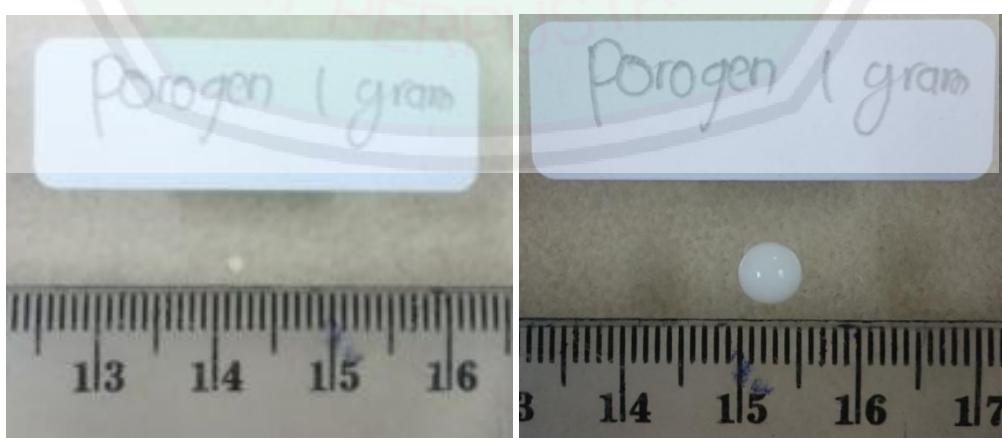
7.1 Ukuran *beads* tanpa porogen sebelum dan setelah *swelling* variasi waktu 24 jam



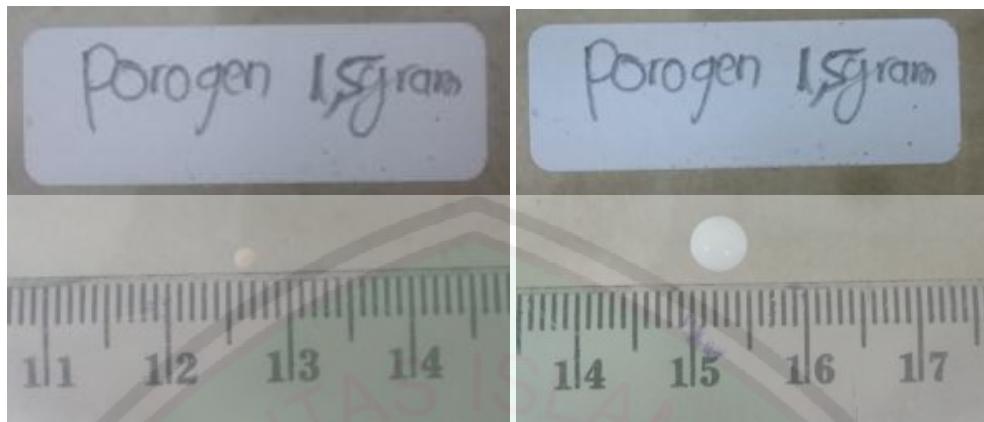
7.2 Ukuran *beads* 0,5 gram porogen sebelum dan setelah *swelling* variasi waktu 24 jam



7.3 Ukuran *beads* 1 gram porogen sebelum dan setelah *swelling* variasi waktu 24 jam



7.4 Ukuran *beads* 1,5 gram porogen sebelum dan setelah *swelling* variasi waktu 24 jam



7.5 Pengukuran diameter *beads* sebelum *swelling* dengan image-J

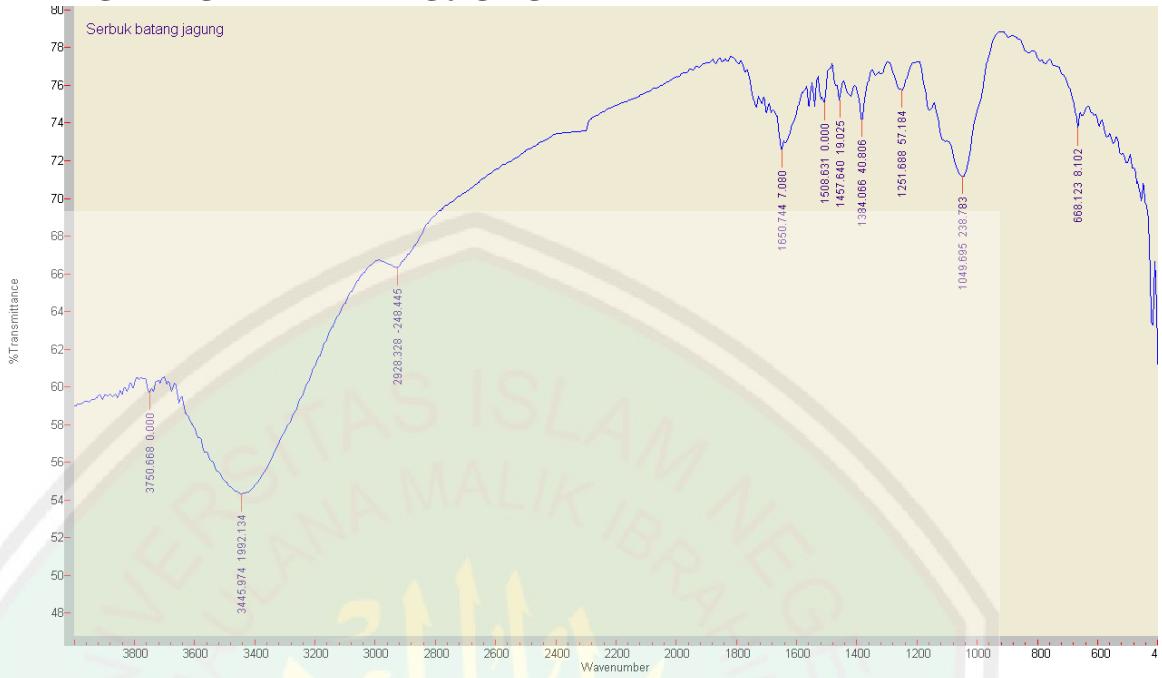
<i>beads</i>	Area	Mean	Min	Max	Angle	Length
tanpa porogen	0.040	127.077	94.000	151.880	90.000	1.873
porogen 0.5 gram	0.039	113.066	90.667	135.943	90.000	1.838
porogen 1 gram	0.026	189.473	161.246	206.743	88.995	1.204
porogen 1.5 gram	0.036	126.978	99.500	149.489	0.000	1.658

7.6 Pengukuran diameter *beads* setelah *swelling* dengan image-J

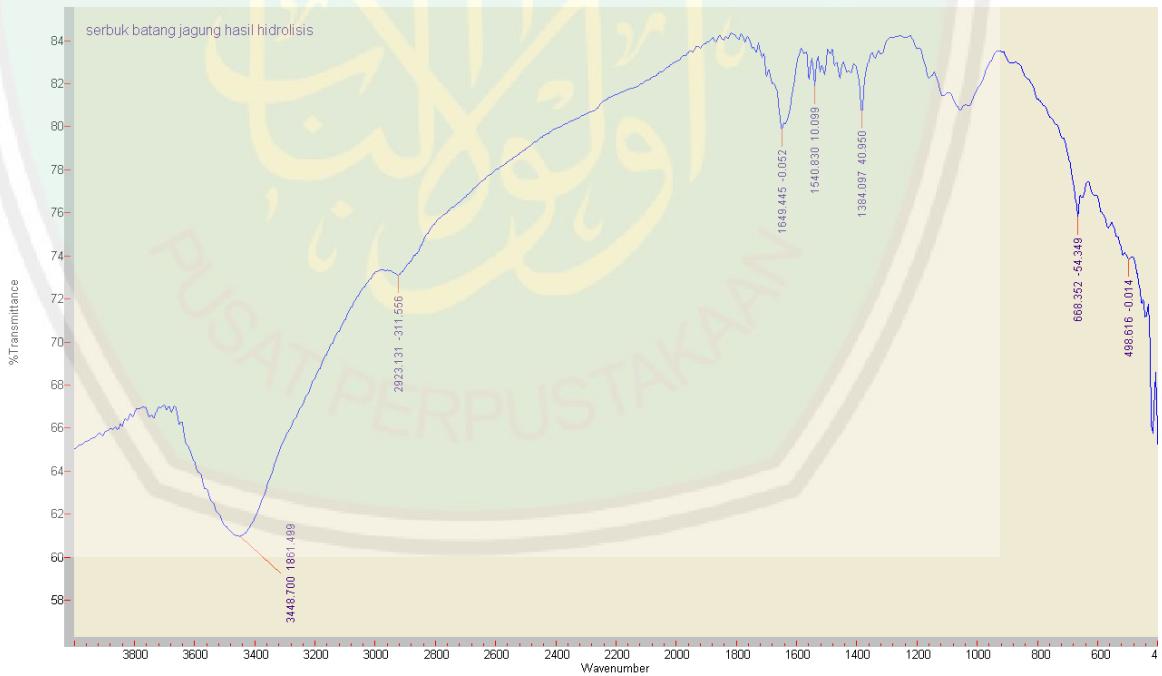
<i>Beads</i>	Area	Mean	Min	Max	Angle	Length
tanpa porogen	0,084722	187.308	110.889	232.333	90.000	5.657
porogen 0.5 gram	0,083333	175.186	122.992	210.762	89.780	5.571
porogen 1 gram	0,072222	171.462	120.000	227.608	90.000	4.814
porogen 1.5 gram	0.090	169.317	98.000	181.903	0.000	4.186

Lampiran 8. Data Gugus Fungsi

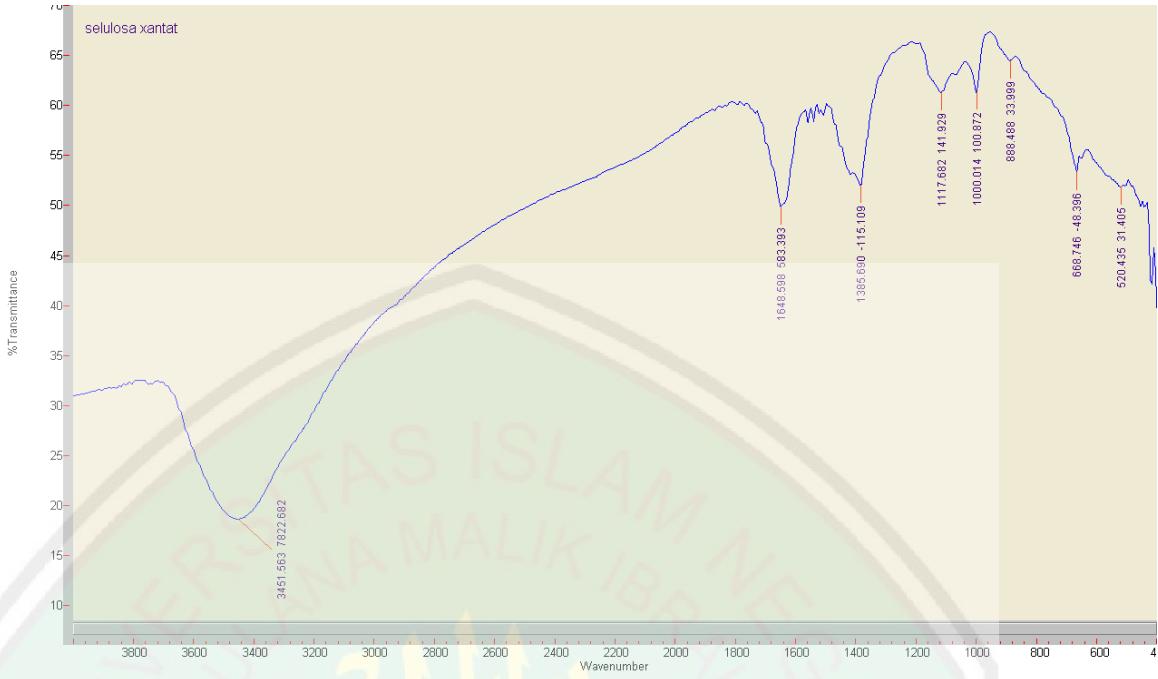
8.1 Gugus fungsi serbuk batang jagung



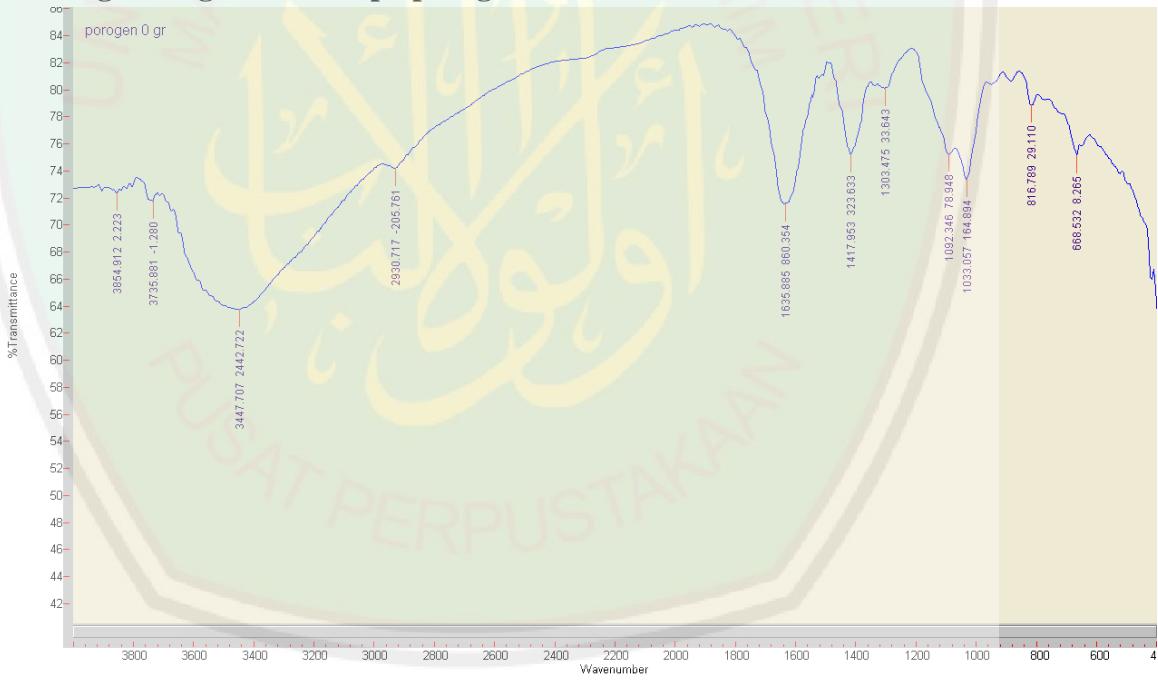
8.2 Gugus fungsi serbuk batang jagung hasil hidrolisis



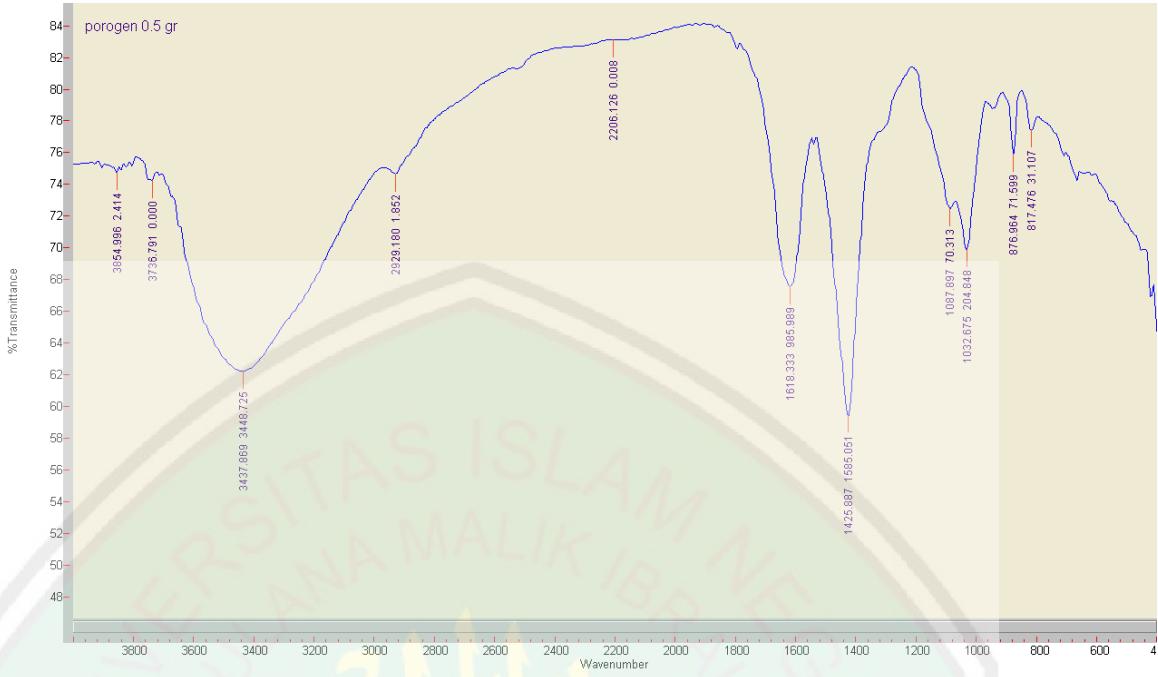
8.3 Gugus fungsi selulosa xantat



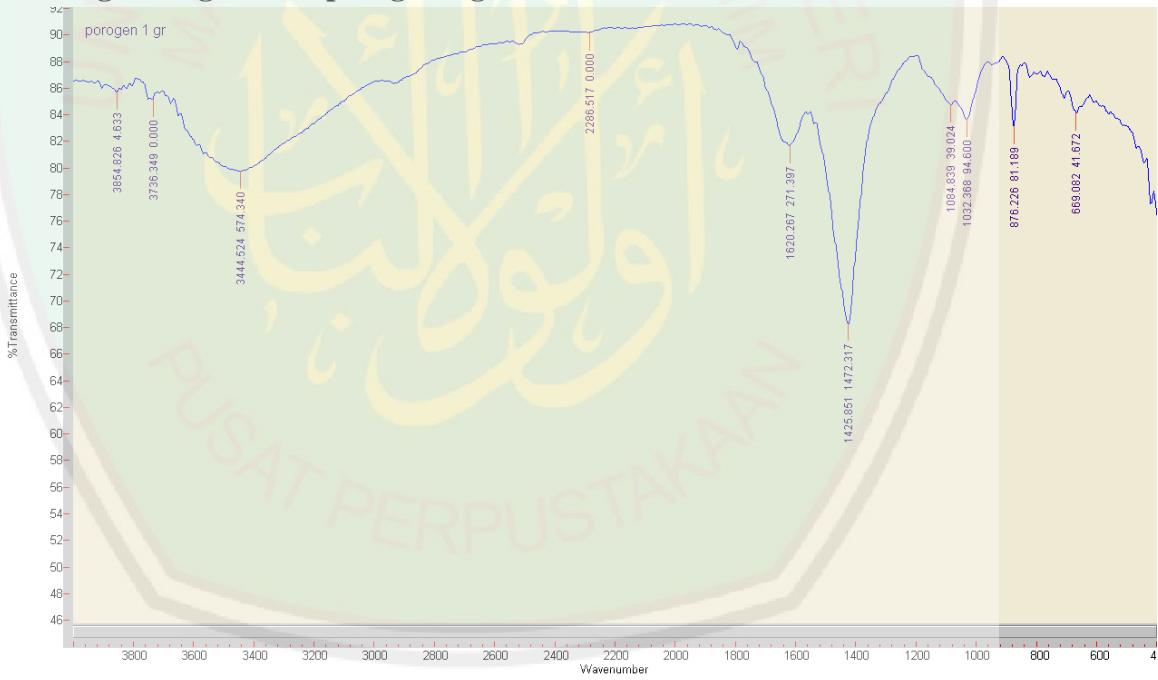
8.4 Gugus fungsi beads tanpa porogen



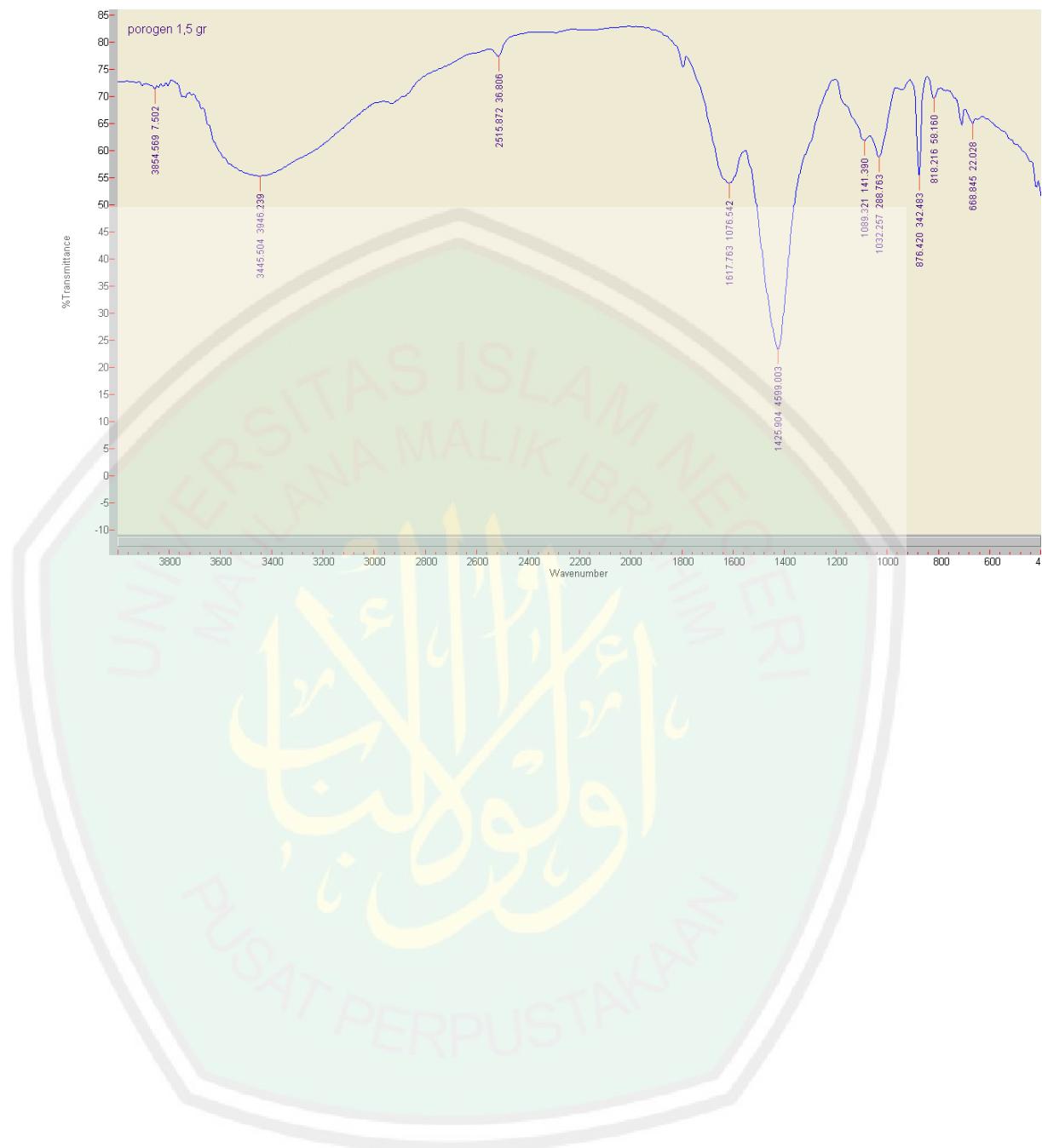
8.5 Gugus fungsi *beads porogen 0,5 gram*



8.6 Gugus fungsi *beads porogen 1 gram*

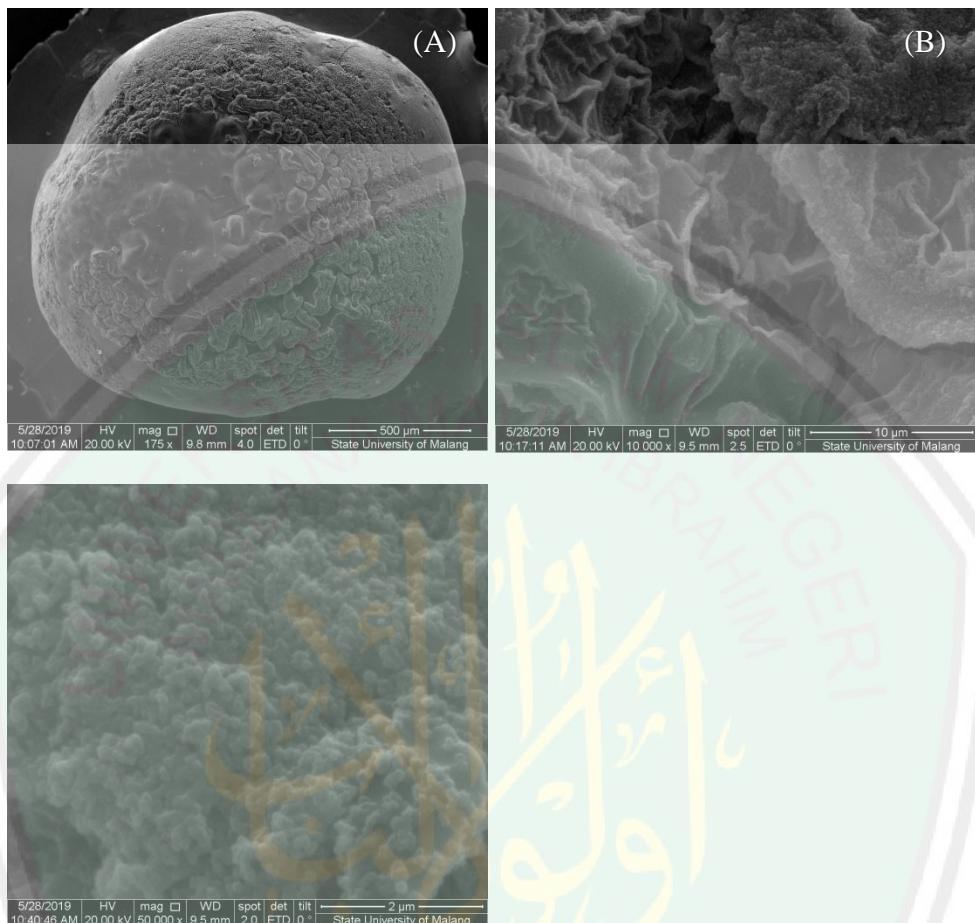


8.7 Gugus fungsi *beads porogen 1,5 gram*

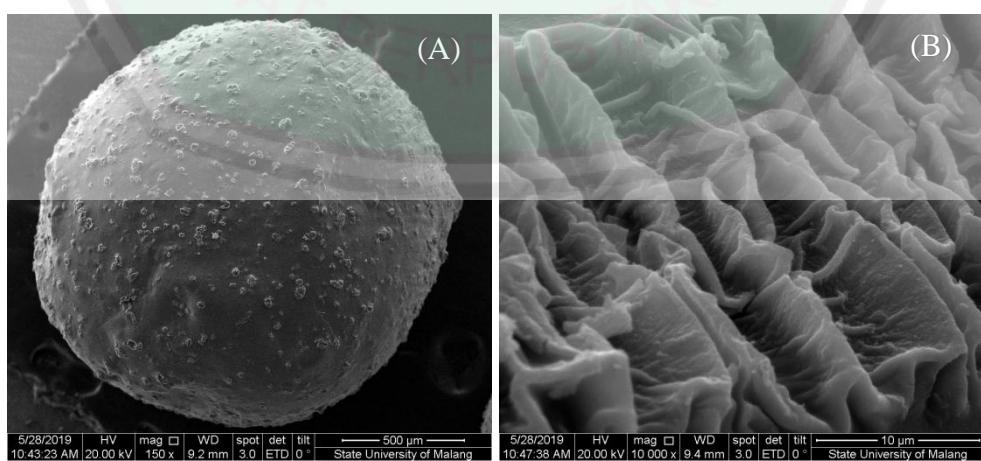


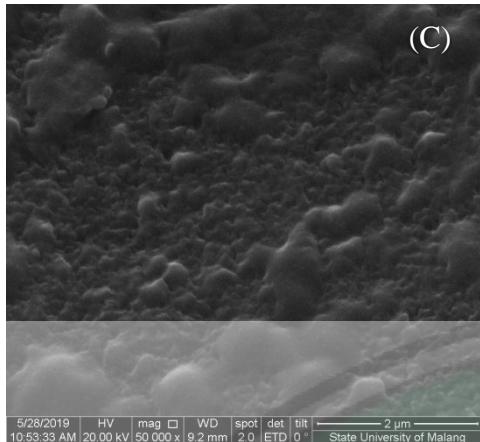
Lampiran 9. Data Karakterisasi SEM – EDX

9.1 Morfologi *Beads* tanpa Porogen dengan Perbesaran (a) 175x, (b) 10kx, dan (c) 50kx

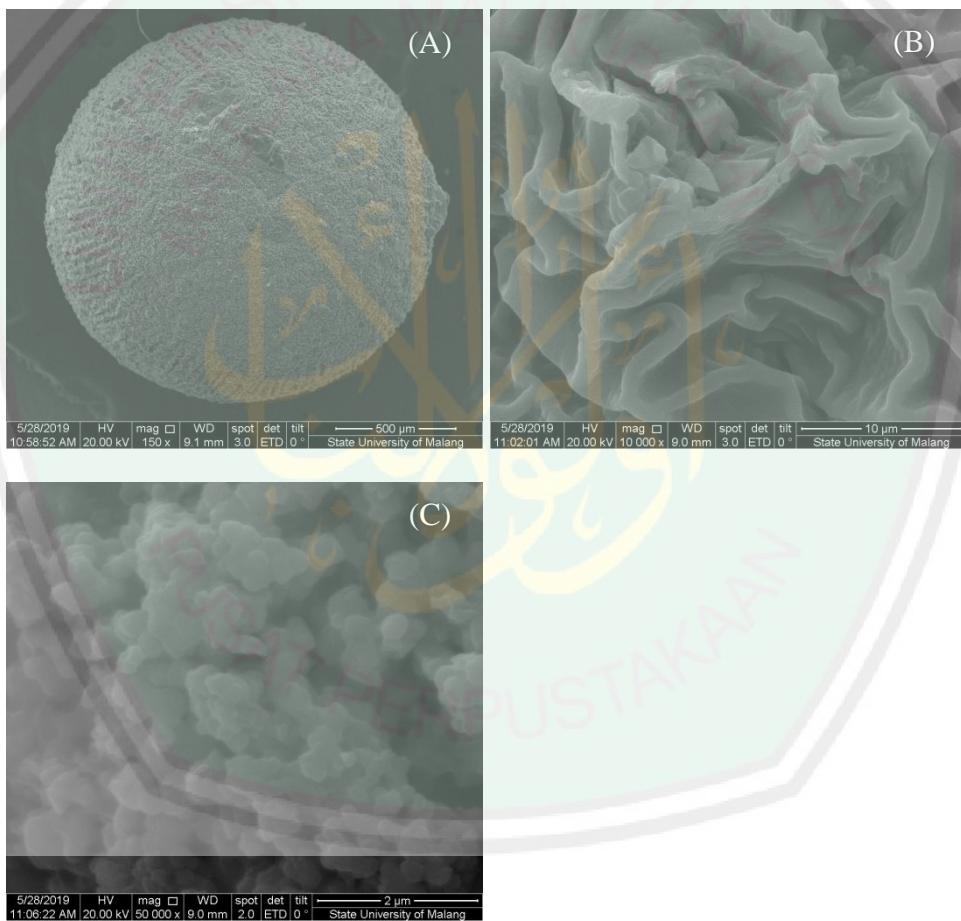


9.2 Morfologi *Beads* Porogen 0,5 gram dengan Perbesaran (a) 150x, (b) 10kx, dan (c) 50kx

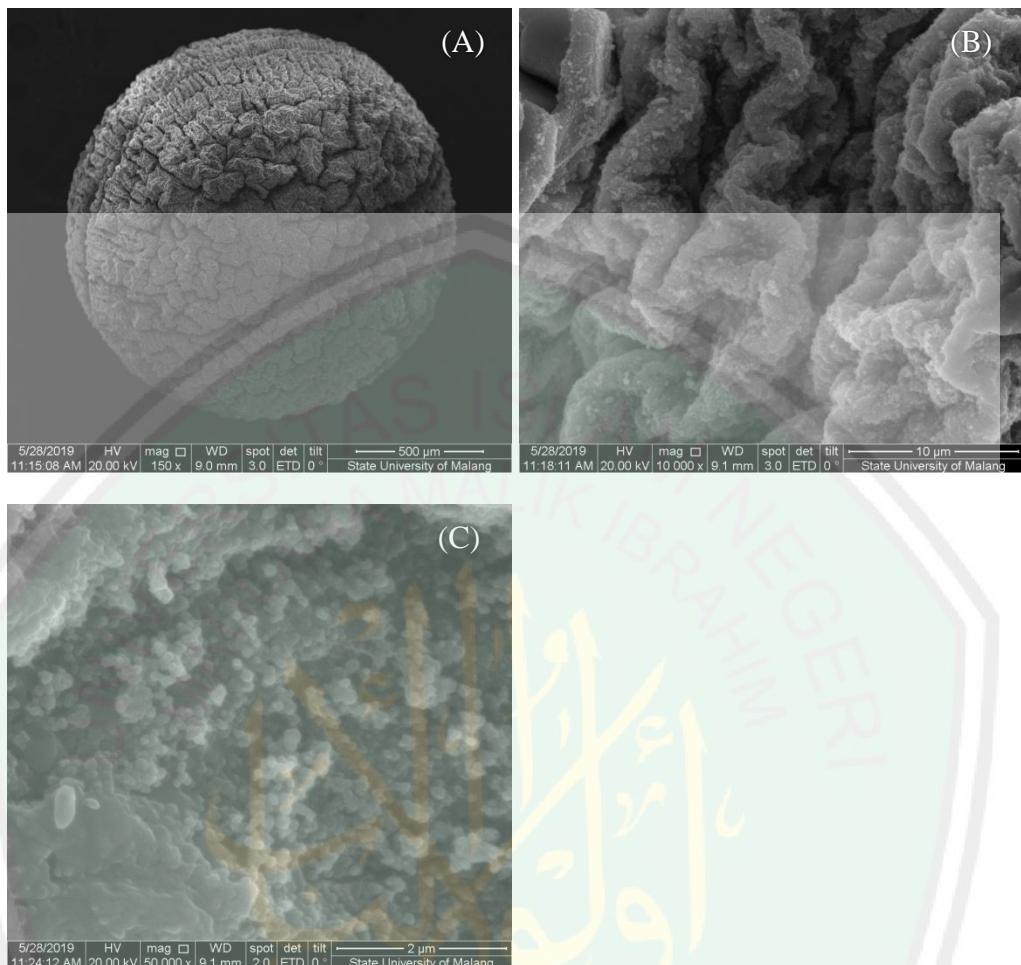




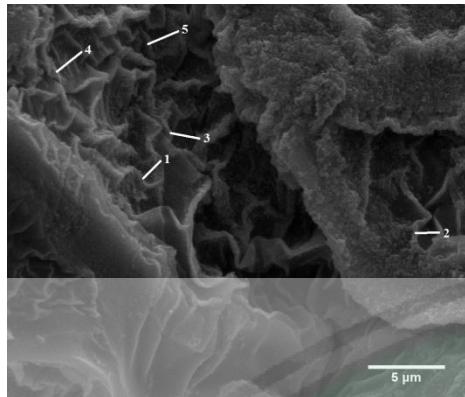
9.3 Morfologi Beads Porogen 1 gram dengan Perbesaran (a) 150x, (b) 10kx, dan (c) 50kx



9.4 Morfologi Beads Porogen 1,5 gram dengan Perbesaran (a) 150x, (b) 10kx, dan (c) 50kx

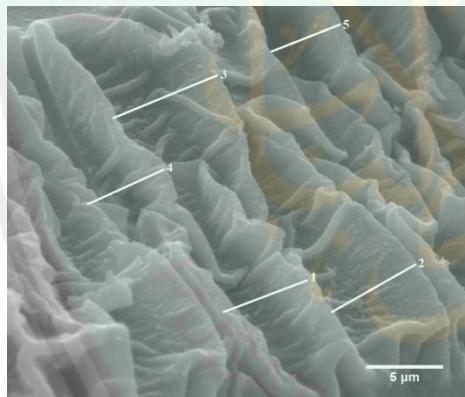


9.5 Pengukuran panjang pori *beads* tanpa porogen



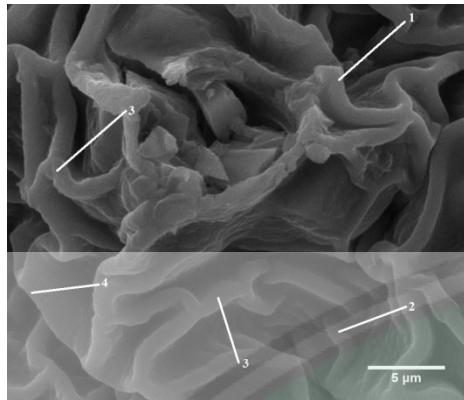
Pori	Area	Mean	Min	Max	Angle	Length (μm)
1	0.077	58.948	30.159	111.526	-42.594	2.535
2	0.077	50.801	24.592	100.372	10.125	2.557
3	0.094	51.342	21.419	117.781	14.036	3.084
4	0.093	31.113	15.643	71.673	7.334	3.057
5	0,071528	31.725	15.897	74.926	-0.503	3.425

9.6 Pengukuran panjang pori *beads* 0,5 gram porogen



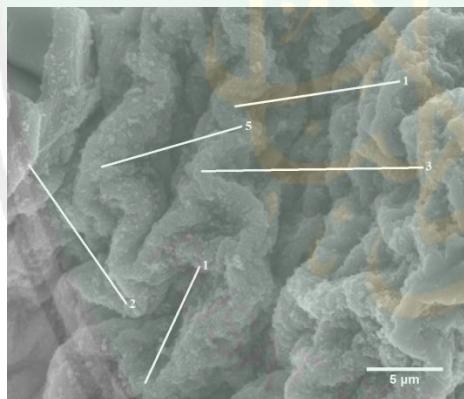
Pori	Area	Mean	Min	Max	Angle	Length (μm)
1	0,081944	67.173	26.940	151.630	33.219	3.978
2	0,085417	69.508	29.906	134.980	25.115	4.161
3	0,104861	77.845	34.108	141.693	32.217	5.086
4	0.087	75.674	27.761	146.397	21.371	2.922
5	0.093	87.892	21.457	150.743	27.051	3.120

9.7 Pengukuran panjang pori beads 1 gram porogen



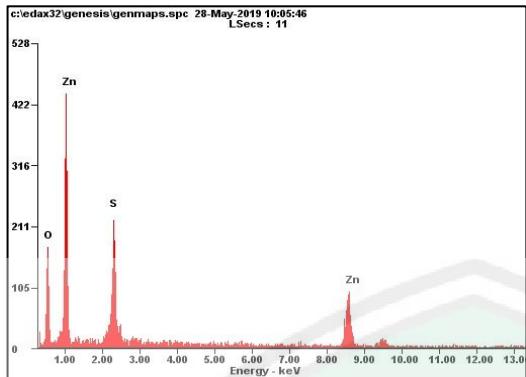
Pori	Area	Mean	Min	Max	Angle	Length (μm)
1	0,114583	57.552	36.545	74.118	25.185	5.522
2	0,085417	50.910	12.332	107.111	5.382	4.120
3	0,116667	33.358	9.877	114.670	13.743	5.628
4	0,1	70.626	12.271	147.930	6.340	4.836
5	0,0875	44.453	21.757	86.169	-65.422	4.212

9.8 Pengukuran panjang pori beads 1,5 gram porogen



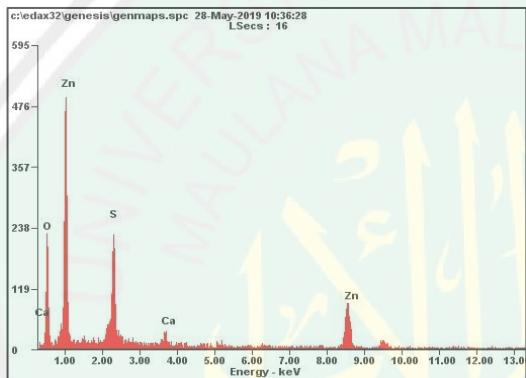
Pori	Area	Mean	Min	Max	Angle	Length (μm)
1	0,189583	45.233	10.178	105.145	3.852	8.988
2	0,197917	57.621	14.637	116.372	14.659	9.432
3	0,216667	67.373	13.762	146.026	2.862	10.291
4	0,151389	67.610	22.996	129.372	5.064	7.171
5	0,179167	99.509	40.038	166.920	145.241	8.521

9.9 Kandungan unsur *beads* tanpa porogen



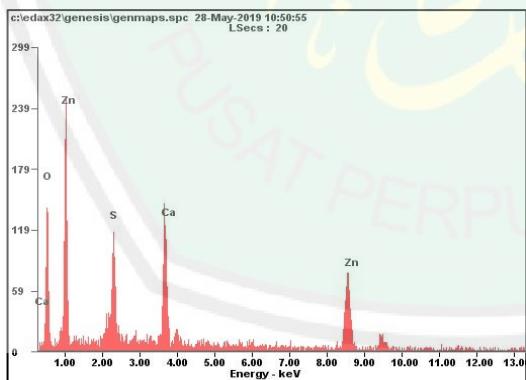
Element	Wt%	At%
<i>OK</i>	27.97	55.92
<i>SK</i>	17.38	17.34
<i>ZnK</i>	54.65	26.74
<i>Matrix</i>	Correction	ZAF

9.10 Kandungan unsur *beads* dengan 0,5 gram porogen



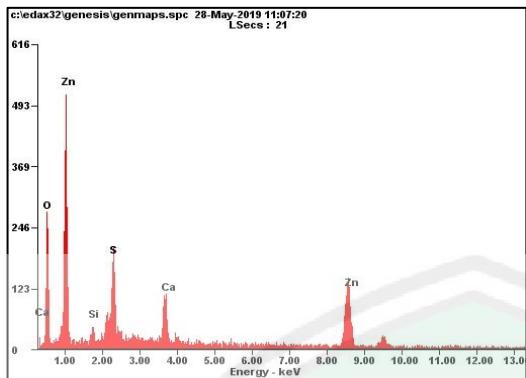
Element	Wt%	At%
<i>OK</i>	33.68	61.88
<i>SK</i>	16.23	14.88
<i>Ca</i>	02.51	01.84
<i>ZnK</i>	47.57	21.39
<i>Matrix</i>	Correction	ZAF

9.11 Kandungan unsur *beads* dengan 1 gram porogen



Element	Wt%	At%
<i>OK</i>	32.18	60.76
<i>SK</i>	08.74	08.23
<i>Ca</i>	12.73	09.60
<i>ZnK</i>	46.35	21.41
<i>Matrix</i>	Correction	ZAF

9.12 Kandungan unsur *beads* dengan 1,5 gram porogen



Element	Wt%	At%
OK	31.54	60.38
SiK	01.62	01.77
SK	09.36	08.94
Ca	06.73	05.14
ZnK	50.75	23.78
Matrix	Correction	ZAF

Lampiran 10. Data Absorbansi Methylen Blue

10.1 Kurva Standar

Concentration Analysis Report

Report time 2/19/2008 12:29:56 AM
 Method
 Batch name D:\Nanang Qozim\KURVA STANDAR MB 14062019.BCN
 Application Concentration 3.00(339)
 Operator MOH. TAUFIQ

Instrument Settings

Instrument	Cary 50
Instrument version no.	3.00
Wavelength (nm)	665.0
Ordinate Mode	Abs
Ave Time (sec)	0.1000
Replicates	3
Standard/Sample averaging	OFF
Weight and volume corrections	OFF
Fit type	Linear
Min R ²	0.95000
Concentration units	mg/L

Comments:

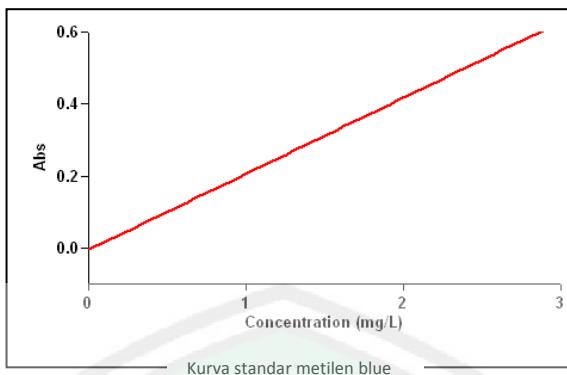
Zero Report

Read	Abs	nm
Zero	(0.1455)	665.0

Calibration

Collection time 2/19/2008 12:32:29 AM

Standard	Concentration mg/L	F	Mean	SD	%RSD	Readings
Std 1						0.0959
	0.5	0.0958	0.0002	0.16	0.0956	0.0958
Std 2						0.2075
	1.0	0.2070	0.0004	0.19	0.2068	0.2068
Std 3						0.3174
	1.5	0.3177	0.0003	0.08	0.3179	0.3179
Std 4						0.4283
	2.0	0.4288	0.0006	0.13	0.4286	0.4294
Std 5						0.5005
	2.5	0.4999	0.0007	0.13	0.4992	0.4998
Std 6						0.6371
	3.0	0.6372	0.0001	0.02	0.6372	0.6374



Calibration eqn
Correlation Coefficient
Calibration time

$Abs = 0.21125 * Conc - 0.00529$
0.99593
2/19/2008 12:35:15 AM

Analysis

Collection time
Read sequence cancelled

2/19/2008 12:35:15 AM

Results Flags Legend

U = Uncalibrated
N = Not used in calibration

O = Overrange
R = Repeat reading

Lampiran 10.2 Absorbansi Methylen Blue pada Beads

Advanced Reads Report

Report time

5/27/2019 11:33:40 AM

Method

D:\Nanang Qozim\Absorbansi Methylene Blue Kontrol

Batch name

(27-05-2019).BAB

Application

Advanced Reads 3.00 (339)

Operator

Rika

Instrument Settings

Instrument

Cary 50

Instrument version no.

3.00

Wavelength (nm)

665.0

Ordinate Mode

Abs

Ave Time (sec)

0.1000

Replicates

3

Sample averaging

OFF

Comments:

Zero Report

Read	Abs	nm
Zero	(0.1293)	665.0

Analysis

Collection time

5/27/2019 11:33:40 AM

Sample	F	Mean	SD	%RSD	Readings
Kontrol 1					0.4162 0.4164

	0.4161	0.0004	0.11	0.4156
Kontrol 2				0.4013
				0.4028
	0.4023	0.0009	0.21	0.4027

Results Flags Legend

R = Repeat reading

Advanced Reads Report

Report time 5/28/2019 12:16:23 PM
 Method
 Batch name D:\Nanang Qozim\Absorbansi Methylene Blue
 (28-05-2019).BAB
 Application Advanced Reads 3.00 (339)
 Operator Rika

Instrument Settings

Instrument Cary 50
 Instrument version no. 3.00
 Wavelength (nm) 665.0
 Ordinate Mode Abs
 Ave Time (sec) 0.1000
 Replicates 2
 Sample averaging OFF

Comments:

Zero Report

Read	Abs	nm
Zero	(0.1089)	665.0

Analysis

Collection time 5/28/2019 12:16:23 PM

Sample	F	Mean	SD	%RSD	Readings
Kontrol 1		0.3562	0.0004	0.12	0.3566 0.3559
Kontrol 2		0.4087	0.0005	0.13	0.4090 0.4083
Porogen 0,5 (1)		0.3870	0.0003	0.09	0.3873 0.3868
Porogen 0,5 (2)		0.3822	0.0004	0.10	0.3820 0.3825
Porogen 1 (1)		0.4286	0.0000	0.00	0.4286 0.4286
Porogen 1 (2)		0.4288	0.0009	0.22	0.4295 0.4282
Tanpa Porogen (1)		0.2955	0.0001	0.03	0.2955 0.2954
Tanpa Porogen (2)		0.2955	0.0004	0.13	0.2958 0.2952

Results Flags Legend

R = Repeat reading

Advanced Reads Report

Report time 5/29/2019 3:05:28 PM
 Method
 Batch name D:\Nanang Qozim\Absorbansi Methylene Blue
 (29-05-2019).BAB
 Application Advanced Reads 3.00 (339)
 Operator Rika

Instrument Settings

Instrument Cary 50
 Instrument version no. 3.00
 Wavelength (nm) 665.0
 Ordinate Mode Abs
 Ave Time (sec) 0.1000
 Replicates 3
 Sample averaging OFF

Comments:

Zero Report

Read	Abs	nm
Zero	(0.1092)	665.0

Analysis

Collection time 5/29/2019 3:05:28 PM

Sample	F	Mean	SD	%RSD	Readings
Kontrol 1					0.3560 0.3552
		0.3552	0.0008	0.22	0.3544
Porogen 1,5 gr 24 A					0.3460 0.3472
		0.3462	0.0009	0.27	0.3453
Porogen 1,5 gr 24 B					0.3476 0.3464
		0.3471	0.0006	0.18	0.3473
Porogen 0,5 g 48 A					0.3702 0.3698
		0.3702	0.0004	0.10	0.3705
Porogen 0,5 g 48 B					0.3660 0.3670
		0.3664	0.0005	0.13	0.3664
Tanpa Porogen 48 A					0.2811 0.2812
		0.2811	0.0000	0.01	0.2811
Tanpa Porogen 48 B					0.2763 0.2765
		0.2763	0.0002	0.06	0.2762
Porogen 0,5 g 48 A					0.3564 0.3561
		0.3564	0.0003	0.07	0.3566
Porogen 0,5 g 48 B					0.3725 0.3723
		0.3726	0.0003	0.08	0.3729
Porogen 1 g 48 A					0.3662 0.3653
		0.3655	0.0007	0.19	0.3649

Porogen 1 g 48 B				0.4021
				0.4021
0.4022	0.0001	0.02		0.4022

Results Flags Legend

R = Repeat reading

Advanced Reads Report

Report time 5/31/2019 10:02:19 AM
 Method
 Batch name D:\Nanang Qozim\Absorbansi Methylene Blue
 (31-05-2019).BAB
 Application Advanced Reads 3.00 (339)
 Operator Rika

Instrument Settings

Instrument Cary 50
 Instrument version no. 3.00
 Wavelength (nm) 665.0
 Ordinate Mode Abs
 Ave Time (sec) 0.1000
 Replicates 3
 Sample averaging OFF

Comments:

Zero Report

Read	Abs	nm
Zero	(0.1114)	665.0

Analysis

Collection time 5/31/2019 10:02:19 AM

Sample	F	Mean	SD	%RSD	Readings
0 93 jam A					0.1665 0.1654 0.1656 0.0009 0.52 0.1648
0 93 jam B					0.2405 0.2397 0.2401 0.0004 0.15 0.2403
0,5 93 jam A					0.2825 0.2823 0.2825 0.0001 0.05 0.2826
0,5 93 jam B					0.3273 0.3272 0.3270 0.0005 0.15 0.3264
1 93 jam A					0.2793 0.2793 0.2789 0.0007 0.25 0.2781
1 93 jam B					0.3307 0.3306 0.3309 0.0005 0.14 0.3314
Kontrol A					0.4241 0.4235 0.4239 0.0003 0.08 0.4241
Kontrol B					0.4271

				0.4270
	0.4270	0.0001	0.03	0.4269
1, 5 93 jam A				0.2986
				0.2980
	0.2980	0.0006	0.20	0.2974
1, 5 93 jam B				0.3028
				0.3028
	0.3027	0.0001	0.04	0.3026

Results Flags Legend

R = Repeat reading

Advanced Reads Report

Report time 6/12/2019 1:34:01 PM
 Method
 Batch name D:\Nanang Qozim\Absorbansi Methylene Blue
 (12-06-2019).BAB
 Application Advanced Reads 3.00 (339)
 Operator Rika

Instrument Settings

Instrument	Cary 50
Instrument version no.	3.00
Wavelength (nm)	665.0
Ordinate Mode	Abs
Ave Time (sec)	0.1000
Replicates	3
Sample averaging	OFF

Comments:

Zero Report

Read	Abs	nm
Zero	(0.1275)	665.0

Analysis

Collection time 6/12/2019 1:34:01 PM

Sample	F	Mean	SD	%RSD	Readings
1/2 Selasa					0.0959 0.0961 0.0961
	0.0962	0.0003	0.35		0.0965
3 Selasa					0.1292 0.1291 0.1290
	0.1291	0.0001	0.10		0.1290
4 Selasa					0.1372 0.1370 0.1365
	0.1369	0.0004	0.28		0.1365
5 Selasa					0.2317 0.2321 0.2319
	0.2319	0.0002	0.09		0.2319
6 Selasa					0.1432 0.1431 0.1435
	0.1433	0.0002	0.13		0.1435
7/8 Selasa					0.3950 0.3959 0.3939
	0.3949	0.0010	0.26		0.3939

7/8				0.6742
				0.6766
	0.6757	0.0014	0.20	0.6764
1,5 gram Selasa 8				0.2978
				0.2977
	0.2978	0.0001	0.05	0.2980
1,5 gram Selasa				0.2494
				0.2493
	0.2495	0.0002	0.06	0.2496

Results Flags Legend

R = Repeat reading

Advanced Reads Report

Report time 6/12/2019 3:27:03 PM
 Method
 Batch name D:\Nanang Qozim\Absorbansi Methylene Blue 2
 (12-06-2019).BAB
 Application Advanced Reads 3.00 (339)
 Operator Rika

Instrument Settings

Instrument	Cary 50
Instrument version no.	3.00
Wavelength (nm)	665.0
Ordinate Mode	Abs
Ave Time (sec)	0.1000
Replicates	3
Sample averaging	OFF

Comments:

Zero Report

Read	Abs	nm
Zero	(0.1342)	665.0

Analysis

Collection time 6/12/2019 3:27:03 PM

Sample	F	Mean	SD	%RSD	Readings
Kontrol Rabu					0.3640 0.3640 0.3639
	0.3640	0.0001	0.01		
1 Rabu					0.1043 0.1043 0.1038
	0.1041	0.0003	0.30		
3 Rabu					0.0977 0.0982 0.0984
	0.0981	0.0004	0.39		
4 Rabu					0.0716 0.0714 0.0712
	0.0714	0.0002	0.31		
5 Rabu					0.1018 0.1016 0.1011
	0.1015	0.0004	0.35		
6 Rabu					0.1121

				0.1114
	0.1119	0.0004	0.37	0.1122
Kontrol Rabu				0.3431
				0.3430
	0.3430	0.0002	0.05	0.3428
A (1,5) Rabu				0.1480
				0.1474
	0.1478	0.0003	0.23	0.1479
B (1,5) Rabu				0.1558
				0.1556
	0.1556	0.0002	0.11	0.1555

Results Flags Legend

R = Repeat reading

Advanced Reads Report

Report time	6/13/2019 2:40:51 PM
Method	
Batch name	D:\Nanang Qozim\Absorbansi Methylene Blue (13-06-2019).BAB
Application	Advanced Reads 3.00 (339)
Operator	Rika

Instrument Settings

Instrument	Cary 50
Instrument version no.	3.00
Wavelength (nm)	665.0
Ordinate Mode	Abs
Ave Time (sec)	0.1000
Replicates	3
Sample averaging	OFF

Comments:

Zero Report

Read	Abs	nm
Zero	(0.1322)	665.0

Analysis

Collection time 6/13/2019 2:40:51 PM

Sample	F	Mean	SD	%RSD	Readings
Kontrol A Kamis					0.3306 0.3312
		0.3311	0.0004	0.12	0.3314
Kontrol B Kamis					0.3987 0.3993
		0.3988	0.0005	0.12	0.3984
1 Kamis					0.1125 0.1122
		0.1122	0.0003	0.27	0.1119
3 Kamis					0.0683 0.0685
		0.0683	0.0002	0.25	0.0681
4 Kamis					0.0710 0.0711
		0.0710	0.0001	0.14	0.0709

5 Kamis				0.1075
				0.1074
	0.1075	0.0001	0.11	0.1076
6 Kamis				0.0987
				0.0987
	0.0987	0.0000	0.04	0.0986
A (1,5) Kamis				0.1124
				0.1123
	0.1121	0.0004	0.38	0.1117
B (1,5) Kamis				0.1240
				0.1243
	0.1242	0.0002	0.12	0.1241

Results Flags Legend

R = Repeat reading

