

**Pemanfaatan Cangkang Kerang Darah (*Anadara granosa*)
pada Pembuatan *Beads* Alginat sebagai Bahan Adsorben**

SKRIPSI

Oleh:

Ameliya Septarida

155090201111013



JURUSAN KIMIA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

2019

**Pemanfaatan Cangkang Kerang Darah (*Anadara granosa*)
pada Pembuatan *Beads* Alginat sebagai Bahan Adsorben**

SKRIPSI

**Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains dalam bidang Kimia**

Oleh:

**Ameliya Septarida
155090201111013**



**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2019**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**Pemanfaatan Cangkang Kerang Darah (*Anadara granosa*)
pada Pembuatan *Beads* Alginat sebagai Bahan Adsorben**

oleh:

AMELIYA SEPTARIDA

155090201111013

Setelah diseminarkan di depan Majelis Penguji
pada tanggal**24 JUN 2019**.....
dan dinyatakan memenuhi syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains dalam bidang Kimia

Pembimbing I



Drs. Budi Kamulyan, M.Sc.
NIP. 196306191990021001

Pembimbing II



Dr. Diah Mardiana, M.S
NIP. 196305291991032002

Mengetahui
Ketua Jurusan Kimia
Fakultas MIPA Universitas Brawijaya




Masruri, S.Si., M.Si., Ph.D
197710202002121001

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Ameliya Septarida

NIM : 155090201111013

Jurusan : Kimia

Penulis skripsi berjudul :

“Pemanfaatan Cangkang Kerang Darah (*Anadara granosa*) pada Pembuatan Beads Alginat sebagai Bahan Adsorben”

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Isi dari skripsi yang saya buat adalah benar-benar karya sendiri dan tidak menjiplak karya orang lain, selain nama-nama yang termaktub di isi dan tertulis di daftar pustaka dalam skripsi ini.
2. Apabila di kemudian hari ternyata skripsi yang saya tulis terbukti hasil jiplakan, maka saya bersedia menanggung segala resiko yang akan saya terima.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan segala kesadaran.

Malang, 17 Juni 2019

Yang menyatakan,



(Ameliya Septarida)

NIM. 155090201111013

Pemanfaatan Cangkang Kerang Darah (*Anadara granosa*) pada Pembuatan *Beads* Alginat sebagai Bahan Adsorben

ABSTRAK

Cangkang kerang darah merupakan salah satu sumber mineral kalsium karena memiliki kandungan CaCO_3 sebesar 98 %. Oleh karenanya telah dimanfaatkan pada berbagai aplikasi, seperti material bahan komposit, untuk pengolahan limbah, dan sumber pembuatan kapur sirih. Pada penelitian ini kandungan kalsium pada cangkang kerang darah digunakan sebagai bahan pembuatan *beads* Ca-alginat untuk bahan adsorben. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui potensi cangkang kerang sebagai sumber kalsium pada pembuatan *beads* Ca-alginat. Di samping itu membandingkan sifatnya dengan *beads* alginat dari CaCl_2 , didasarkan pada porositas, luas permukaan, ketahanan terhadap asam serta gugus fungsi. *Beads* dibuat dari gel natrium alginat yang didestruksi dengan *syringe pump* dalam larutan kalsium yang berasal dari CaCO_3 cangkang kerang untuk variasi konsentrasi alginat 2%, 3% dan 4%. Potensi cangkang kerang sebagai sumber kalsium pada pembuatan *beads* Ca-alginat akan menguntungkan karena menghasilkan porositas dan luas permukaan lebih besar dibandingkan sumber kalsium dari CaCl_2 . Baik porositas maupun luas permukaan cenderung turun dengan meningkatnya konsentrasi alginat. Hasil paling tinggi diperoleh untuk konsentrasi alginat 2 %, berturut-turut untuk porositas dan luas permukaan adalah 0,8941 dan 30,24 m^2/g . Sedangkan untuk sumber CaCl_2 diperoleh 0,8497 dan 5,21 m^2/g . Namun, ketahanan asam yang paling baik diperoleh dari konsentrasi alginat 4%. Adapun struktur kimia, didasarkan pada interpretasi gugus fungsi, perbedaan sumber kalsium tidak mempengaruhi struktur kimia *beads* Ca-alginat.

Kata Kunci: Cangkang kerang darah, adsorben, *beads* Ca-alginat

The Utilization of Blood Clam Shell (*Anadara granosa*) for Producing the Alginate Beads as Adsorbent Materials

Abstract

Due to containing 98% of CaCO_3 , blood clams shell could be used as a source of calcium minerals. Therefore it has been used in various applications, such as composite materials, for waste treatment, and material sources for making betel lime. In this research, it was used as material in making Ca-alginate beads for adsorbent material. This purpose research was to determine the potency of clams shell as a source of calcium in the Ca-alginate beads production. Moreover, based on its porosity, surface area, acid resistance and functional groups. Afterward, it was compared to alginate beads obtained from CaCl_2 . Beads are made from sodium alginate gel which is destructed using syringe pump in calcium solution derived from CaCO_3 clam shell. It has been done at alginate concentrations of 2%, 3% and 4%. It was showed that the use clamshells as a source of calcium in making Ca-alginate beads has an advantageous potency, due to the greater porosity and surface area, compared to CaCl_2 . Both porosity and surface area tend to decrease with increasing alginate concentration. The highest yield was obtained for 2% alginate concentration, i.e. the porosity and surface area respectively were 0.8941 and $30.24 \text{ m}^2/\text{g}$. Whereas the use of CaCl_2 , it was obtained of 0.8497 and $5.21 \text{ m}^2/\text{g}$. However, the best acid resistance was obtained from the concentration of 4% alginate. Meanwhile, the chemical structure, based on functional group interpretation, it is indicated that the difference in calcium sources did not affect the chemical structure of Ca-alginate beads.

Keywords: blood clam shell, adsorbent, Ca-alginate beads

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulisan skripsi yang berjudul **Pemanfaatan Cangkang Kerang Darah (Anadara granosa) pada Pembuatan Beads Alginat sebagai Bahan Adsorben** dapat diselesaikan dengan baik dan tepat pada waktunya. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat mendapatkan gelar Sarjana Sains dalam bidang Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Brawijaya.

Penyusunan skripsi ini tak lepas dari bantuan yang telah diberikan oleh beberapa pihak, maka pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Drs. Budi Kamulyan M.Sc., selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan arahan dan saran dalam penulisan skripsi ini.
2. Dr. Diah Mardiana, MS, selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan arahan dan saran dalam penulisan skripsi ini.
3. Drs. Sutrisno, M.Si., selaku dosen pembimbing akademik yang telah membimbing, mendukung, dan mendoakan selama penulis menyusun skripsi ini.
4. Masruri, S.Si., M.Si., Ph.D selaku Ketua Jurusan Kimia,
5. Seluruh staf pengajar Jurusan Kimia yang telah membekali ilmu
6. Kedua orang tua beserta seluruh keluarga yang telah menyemangati dan memberikan doa, kasih sayang, dan ketulusan dalam mendampingi penulis hingga selesainya skripsi ini
7. Teman-Teman terdekat Princess Ana Nur Aida Putri, Nurul Laili Fitrianti, Zahza Fika Rahma, Renny Anita dan Nik Rashdan yang menjadi Supporter penulisan skripsi.
8. Teman-teman Kimia terutama teman seperjuangan di laboratorium Kimia Fisik Prabasti K. Gati, Luh Putu Saraswati DJ, Adi Febrianto, Fahreza Yury Primadi, Iqbal Bambang dan

Nicko Rizqienggal yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini dan memberikan dukungannya.

9. Seluruh pihak yang telah membantu dan memberikan semangatnya selama penulis menyusun skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari dalam penyusunan skripsi ini masih jauh dari sempurna karena keterbatasan ilmu dan kemampuan penulis, maka kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan. Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat sebagaimana mestinya.

Malang, 16 Juni 2019

Penulis

DAFTAR ISI

COVER	i
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	ii
LEMBAR PERNYATAAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRCT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan	3
1.5 Manfaat.....	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Cangkang Kerang	5
2.2 Alginat	6
2.3 Adsorben.....	7
2.4 <i>Beads</i> Kalsium Alginat.....	8
2.5 Interaksi Alginat dengan Kalsium	9
2.6 Karakterisasi <i>Beads</i> Kalsium Alginat.....	11
2.6.1 Densitas.....	11
2.6.2 Luas Permukaan.....	12
2.6.3 FTIR (<i>Fourier Transform Infra Red</i>).....	13
BAB III. METODE PENELITIAN	15
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	15
3.2 Alat Penelitian	15
3.3 Bahan Penelitian.....	15
3.4 Tahap Penelitian	15
3.5 Prosedur Kerja.....	16

3.6 Analisis Data.....	17
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	19
4.1 <i>Beads</i> Ca-Alginat.....	19
4.2 Densitas <i>Beads</i>	20
4.3 Luas Permukaan <i>Beads</i>	22
4.4 Ketahanan <i>Bead</i> terhadap Asam.....	25
4.5 Karakterisasi <i>Beads</i> dengan FTIR.....	25
BAB V. PENUTUP.....	27
5.1 Kesimpulan.....	27
5.2 Saran.....	27
DAFTAR PUSTAKA.....	28
LAMPIRAN.....	32

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1: Struktur Alginat	7
Gambar 2.2: Ikatan silang kalsium alginat	9
Gambar 2.3: Proses pembentukan multilayer <i>beads</i> kalsium alginat	10
Gambar 2.4: Grafik FTIR untuk Na-alginat standar dengan <i>beads</i> Ca-alginat yang dibuat dengan CaCl_2	14
Gambar 4.1: Pembuatan <i>beads</i> pada suasana netral	19
Gambar 4.2: Pembuatan <i>beads</i> pada suasana asam	19
Gambar 4.3: Grafik densitas <i>beads</i>	21
Gambar 4.4: Karakterisasi <i>beads</i> dengan FTIR	25

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1: Kandungan senyawa pada cangkang kerang.....	6
Tabel 4.1: Nilai porositas beads	21
Tabel 4.2: Persamaan polinomial adsorpsi asam sterat.....	22
Tabel 4.3: Data luas permukaan setiap komposisi <i>beads</i>	23
Tabel 4.4: Uji ketahanan beads terhadap asam	24

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A Diagram alir penelitian	32
A.1 Diagram alir penelitian keseluruhan.....	32
A.2 Preparasi Cangkang kerang.....	32
A.3 Pembuatan Manik alginat.....	33
A.4 Karakterisasi <i>beads</i> Ca-alginat dengan FTIR.....	33
A.5 Penentuan luas permukaan dengan asam stearat.....	34
A.6 Penentuan densitas <i>beads</i> Ca-alginat.....	34
A.7 Uji ketahanan terhadap asam.....	35
LAMPIRAN B Preparasi Larutan	36
B.1 Pembuatan Larutan $H_2C_2O_4$ (Asam oksalat).....	36
B.2 Pembuatan asam stearat 0,005; 0,01; 0,025; 0,05 M dan 0,075 M dalam 100 ml yang dilarutkan dalam toluen.....	37
B.3 Pembuatan Larutan Na-alginat 2, 3 dan 4 % 100 ml.....	37
B.4 Pembuatan Larutan $CaCl_2$ 2% 100 ml.....	38
B.5 Pembuatan Larutan asam asetat 10 % 100 ml.....	38
B.6 Pembuatan 100 ml larutan NaOH 0,05 M yang dilarutkan dalam etanol.....	38
B.7 Pembuatan HCl pH 2; 2,5 dan 3.....	39
LAMPIRAN C Perolehan Data dan Perhitungan	40
C.1 Massa jenis <i>beads</i>	40
C.2 Luas permukaan.....	43
C.3 Ketahanan <i>beads</i> terhadap asam.....	45
LAMPIRAN D Foto Penelitian	46

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Cangkang kerang adalah bahan sumber mineral yang pada umumnya berasal dari hewan laut berupa kerang yang telah mengalami penggilingan dan mempunyai karbonat tinggi. Pada semester awal di tahun 2015 Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP) mengklaim produksi kerang sudah mencapai 116.850 ton. Sektor ini diprediksi akan terus tumbuh mencapai 32,60% per tahun hingga 2019, karena potensi pasarnya cukup besar [1].

Salah satu limbah cangkang kerang yang banyak ditemukan adalah cangkang kerang darah (*Andara granosa*). Cangkang kerang darah sendiri tersusun atas mineral-mineral alam diantaranya CaCO_3 98,7 %, Mg 0,05 %, Na 0,9 %, P 0,02 % dan lain-lain 0,2 % [2]. Kandungan kalsium pada cangkang kerang dapat dimanfaatkan sebagai material komposit pengganti tulang [2], adsorben logam berat [3][4], filter keramik untuk pengolahan air pada lahan gambut [5] dan yang paling tradisional adalah bahan pembuatan kapur sirih [4].

Pemanfaatan cangkang kerang sebagai adsorben logam berat seperti Cd (II), Pb (II), Sn (II), Cu (II) dilakukan mengkalsinasi cangkang kerang yang komponen CaCO_3 menjadi CaO, yang hanya mampu menyerap sekitar 50% logam yang ada dengan waktu kontak 24 jam [4]. Hal tersebut tentunya akan kurang efisien mengingat kapasitas adsorpsinya yang tidak terlalu tinggi dan membutuhkan waktu yang cukup lama.

Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan daya adsorpsi dari cangkang kerang adalah dengan mengkombinasikan cangkang kerang dengan polimer organik yang dapat mengadsorpsi logam. Salah satunya adalah alginat yang dapat dibuat menjadi *beads* kalsium alginat. Kombinasi antara kalsium dengan alginat menjadi *beads* dapat meningkatkan sifat mekanik dari bead jika dibandingkan dengan bead alginat yang sifat mekaniknya sangat rendah [6]. *Beads* kalsium alginat banyak sekali dimanfaatkan dalam bidang industri pangan dan farmasi. Di bidang farmasi kalsium alginat dimanfaatkan sebagai *drug delivery*, ikatan silang pada alginat memberikan kestabilan struktur pada obat yang diembankan dibandingkan dengan polimer tunggal dan alginat sendiri dapat membentuk kompleks polielektrolit. Sifat *beads* kalsium yang

biokompatibel, biodegradibel dan aman membuatnya banyak dikembangkan dalam *drugs delivery*[7][8]. Di Industri pangan, *beads* kalsium alginat dimanfaatkan untuk proses enkapsulasi minyak, seperti minyak serai, minyak lemon, minyak ikan, alfa-takiferol dan lain-lain. Enkapsulasi adalah proses yang dapat membatasi senyawa aktif pada suatu matrik dalam bentuk partikulat untuk mencapai satu atau lebih efek yang diinginkan [6].

Selain itu, *beads* kalsium alginat dapat dimanfaatkan sebagai adsorben logam dan zat warna pada pengolahan limbah. Penelitian yang dilakukan oleh Belalia dan Djelli menunjukkan bahwa 100 mg *beads* kalsium alginat dengan waktu kontak 180 menit mampu menyerap Cr^{3+} 100 ppm hingga 100% [9]. Tingginya tingkat adsorpsi logam oleh *beads* kalsium alginat dapat disebabkan luas permukaan adsorben yang besar dan ukuran pori yang sesuai dengan ukuran adsorbat yang akan diserap [10]. Adanya *crosslink* dari kalsium alginat juga menyebabkan juga menjadi salah satu faktor tingginya tingkat penyerapan logam [11].

Beads kalsium alginat biasanya dibuat dengan CaCl_2 sebagai sumber kation Ca^{2+} [6][7]. Ion Ca^{2+} membentuk *crosslink* dengan molekul alginat yang menyebabkan struktur *beads* menjadi lebih stabil. Karakteristik suatu *beads* kalsium alginat biasanya ditinjau dari luas permukaan dan ukuran pori, uji sifat mekanik dan ketahanan *beads* terhadap asam. Karakteristik dari *beads* alginat sangat bergantung pada konsentrasi dari sodium alginat dan ion Ca^{2+} . Semakin besar konsentrasi dari sodium alginat yang digunakan maka semakin viskos larutannya. Ion Ca^{2+} akan membentuk *crosslink* yang berkaitan dengan kestabilan struktur sehingga jika konsentrasi Ca^{2+} semakin banyak *beads* yang terbentuk akan semakin keras dan stabil [12]. Pada penelitian ini digunakan CaCO_3 sebagai sumber kation Ca^{2+} yang memiliki kelarutan sangat kecil didalam air dibandingkan dengan CaCl_2 . Kelarutan berkaitan dengan banyaknya ion Ca^{2+} yang akan terionisasi. Semakin banyak ion Ca^{2+} yang tersedia kemungkinan pembentukan *crosslink* dengan alginat juga semakin besar.

Selain itu, pH pembentukan *beads* juga mempengaruhi. Pada pH diatas 7, *beads* alginat akan terfragmentasi. Terfragmentasinya rantai polimer alginat akan mempengaruhi struktur *beads* yang terbentuk. Pada penelitian yang dilakukan oleh Leirvag menunjukkan bahwa pada pH diatas 6,5 tingkat kebocoran *beads* mencapai 46 % sedangkan pada pH 5 tingkat kebocorannya mencapai 12 % [13].

Pada penelitian ini CaCO_3 pada akan dilarutkan dalam kondisi asam dengan larutan asam asetat untuk mengurangi tingkat kebocoran pada *beads*.

Dari uraian diatas, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik *beads* yang akan terbentuk apabila sumber Ca^{2+} menggunakan CaCO_3 yang dilarutkan pada suasana asam. Karakteristik *beads* dapat ditinjau dari luas permukaan, ketahanan terhadap asam, crosslink Ca-alginat yang terbentuk dengan identifikasi menggunakan FTIR, dan adanya pori.

1.2 Perumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Bagaimana komposisi optimum alginat pada pembuatan *beads* kalsium alginat dari kerang darah (*Andara granosa*)?
2. Bagaimana perbedaan sifat fisikokimia dari *beads* kalsium-alginat yang sumber kalsiumnya dari cangkang kerang dengan *beads* kalsium alginat yang sumber kalsiumnya dari CaCl_2 ?
3. Bagaimana potensi cangkang kerang darah (*Andara granosa*) pada pembuatan *beads* kalsium alginat sebagai adsorben?

1.3 Batasan Masalah

Batasan Masalah dalam penelitian ini anatara lain:

1. Cangkang kerang yang digunakan berasal dari spesies kerang darah (*Anadara granosa*)
2. Partikel cangkang kerang yang sudah dihancurkan berukuran 100-120 mesh.
3. Pembuatan bead kalsium alginat dari cangkang kerang pada suhu ruang dan pH 5.

1.4 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah diatas maka tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mencari komposisi optimum alginat pada pembuatan *beads* kalsium alginat dari cangkang kerang darah (*Andara granosa*).
2. Untuk membandingkan sifat fisikokimiadari *beads* kalsium-alginat yang sumber kalsiumnya dari cangkang kerang dengan *beads* kalsium alginat yang sumber kalsiumnya dari CaCl_2 .
3. Untuk meninjau potensi cangkang kerang darah (*Andara Granosa*) pada pembuatan *beads* kalsium alginat sebagai adsorben.

1.5 Manfaat

Hasil penelitian ini dapat menjadi acuan alternatif pemanfaatan limbah cangkang kerang menjadi material berdaya guna.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Cangkang Kerang Darah

Kerang darah (*Anadara granosa*) merupakan hewan moluska (binatang lunak) yang memiliki dua buah cangkang (bivalvia). Klasifikasi dan identifikasi kerang darah adalah sebagai berikut [14]:

Kingdom : Animalia
Sub Kingdom : Metazoa
Filum : Mollusca
Kelas : Bivalvia
Sub Kelas : Pteriomorphia
Ordo : Arcoidea
Super Famili : Arcoidea/ Aracea
Famili : Archidae
Genus : *Anadara*
Species : *Anadara granosa*

Faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan kerang yaitu musim, suhu, salinitas, substrat, makanan, dan faktor kimia air lainnya yang berbeda-beda pada masing-masing daerah. Kerang darah banyak ditemukan pada substrat yang berlumpur. Kerang darah bersifat infauna yaitu hidup dengan cara membenamkan diri di bawah permukaan lumpur, ciri-ciri dari kerang darah adalah mempunyai dua keping cangkang yang tebal, ellips, dan kedua sisi sama, kurang lebih 20 rib. Cangkang berwarna putih ditutupi periostrakum yang berwarna kuning kecoklatan sampai coklat kehitaman. Ukuran kerang dewasa 6-9 cm. Kerang darah biasanya lebih banyak dijumpai pada daerah yang lebih jauh dari muara sungai karena muara sungai merupakan daerah yang paling banyak terkena dampak bahan pencemar dan kegiatan perikanan yang mengeksploitasi kerang secara berlebihan [15].

Tabel 2. 1: kandungan senyawa pada cangkang kerang darah[2]

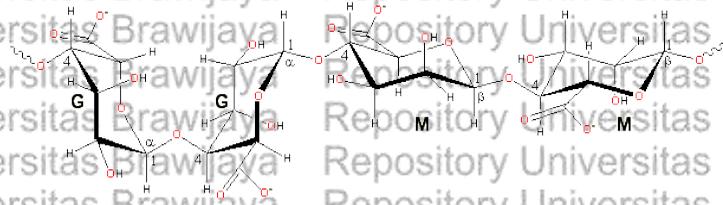
Komponen	Kadar (% berat)
CaCO ₃	98,7
Mg	0,05
Na	0,9
P	0,02

Struktur kristal CaCO₃ pada cangkang kerang adalah kalsit dan aragonit[16]. Tingkat kelarutan dari kalsium karbonat dalam air sebesar 0,00153 g/ 100 ml dan larut pada asam membentuk gas CO₂[17].

Cangkang kerang darah kebanyakan dimanfaatkan sebagai bahan pembuatan kapur sirih, aksesoris dan souvenir. Selain itu, pada penelitian yang dilakukan oleh Muchlis, dkk. Cangkang kerang dikombinasikan dengan zeolit alam sebagai media filter keramik untuk pengolahan lahan gambut kandungan CaCO₃ pada cangkang kerang dapat meningkatkan pH air pada lahan gambut [5]. Tidak hanya itu, pada penelitian akhmad dan afranita, dkk. Cangkang kerang dimanfaatkan sebagai adsorben logam berat Cd²⁺, Pb²⁺ dan Sn²⁺[3][4].

2.2 Alginat

Alginat merupakan konstituen dari dinding sel pada alga yang banyak dijumpai pada alga coklat (*phaeopyta*). Senyawa ini merupakan heteropolisakarida hasil dari pembentukan rantai monomer asam manuronat [18]. Alginat tersusun atas polimer ikatan residu β-(1→4) D-asam manuronat (M), dan residu ikatan α-D-Asam guluronat (G) yang dihubungkan oleh ikatan 1,4 D-Asam Mannuronat membentuk ⁴C₁ dengan ikatan equatorial sedangkan 1-Asam guluronat membentuk ⁴C₁ dengan ikatan diaksial[7].



Gambar 2. 1: Struktur Alginat [19]

Salah satu senyawa turunan alginat adalah Na-alginat yang mempunyai sifat terdispersi dalam air. Na-Alginat dapat membentuk ikatan silang dengan kation multivalen Ca^{2+} dengan menggunakan CaCl_2 , membentuk gel Ca-alginat dengan ukuran pori 5 sampai 200 nm, sehingga enzim terperangkap dalam Ca-alginat [20].

2.3 Adsorben

Adsorben adalah material yang mempunyai kemampuan untuk mengikat dan mempertahankan cairan atau gas didalamnya. Beberapa kriteria untuk adsorben yang baik diantaranya adalah memiliki luas permukaan atau volume mikropori yang besar dan memiliki jaringan pori (mesopori) yang besar sehingga molekul adsorbat dapat masuk kedalam adsorben. Sedangkan Adsorpsi merupakan peristiwa Bergeraknya suatu komponen dari suatu fasa menuju permukaan fasa lain sehingga terjadi perubahan konsentrasi pada permukaan [10].

Adsorben yang baik harus mempunyai dua kombinasi ukuran pori mesopori dan mikropori. Klasifikasi ukuran pori sebagaimana yang direkomendasikan oleh *International of Pure and Applied Chemistry* (IUPAC) yang terdiri atas pori-pori berdiameter kecil ($d < 2$ nm), pori-pori berdiameter sedang ($2 < d < 50$ nm) dan pori-pori berdiameter besar ($d > 50$ nm) [21].

Pada dasarnya adsorben dibagi menjadi tiga yaitu [21]:

1. Adsorben yang mengadsorpsi secara fisik (karbon aktif, silika gel dan zeolit).
2. Adsorben yang mengadsorpsi secara kimia (kalsium klorida, logam hidrida, dan garam kompleks).
3. Adsorben komposit, adsorben yang mengadsorpsi secara kimia dan fisika.

Adapun adsorben yang dibutuhkan untuk adsorpsi yang baik adalah [21]:

1. Luas permukaan adsorben, semakin besar luas permukaan maka semakin besar pula daya adsorpsinya, karena proses adsorpsi terjadi pada permukaan adsorben.
2. Tidak ada perubahan volume yang berarti selama proses adsorpsi berlangsung.
3. Kemurnian adsorben, adsorben yang memiliki tingkat kemurnian tinggi mempunyai daya adsorpsi yang lebih baik.
4. Jenis/gugus fungsi atom yang ada pada permukaan adsorben. Sifat-sifat atom di permukaan berkaitan dengan interaksi molekuler antara adsorbat dan adsorben yang lebih besar pada adsorbat tertentu.

2.4 Beads Kalsium Alginat

Beads kalsium alginat banyak dimanfaatkan dalam bidang industri pangan, farmasi dan pengolahan limbah industri. Di bidang farmasi kalsium alginat dimanfaatkan sebagai *drug delivery*, ikatan silang pada alginat memberikan kestabilan struktur pada obat yang diembankan dibandingkan dengan polimer tunggal dan alginat sendiri dapat membentuk kompleks polielektrolit. Sifat *beads* kalsium yang biokompatibel, biodegradabel dan aman membuatnya banyak dikembangkan dalam *drugs delivery* [10][15].

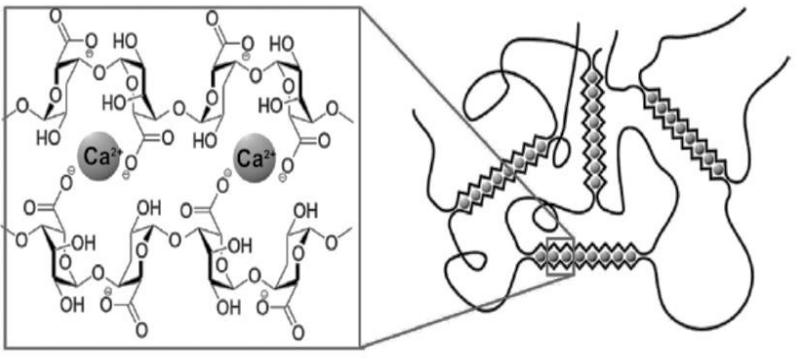
Pemanfaatan *beads* kalsium alginat sebagai adsorben seperti pada penelitian yang dilakukan oleh Belalia dan Djelli menunjukkan bahwa 100 mg *beads* kalsium alginat dengan waktu kontak 180 menit mampu menyerap Cr^{3+} 100 ppm hingga 100% [16]. Penelitian yang dilakukan Mahmood, dkk. Menunjukkan 1,5 g komposit kalsium alginat dapat mengadsorpsi 100 % logam Cd^{2+} yang terdapat pada limbah dengan waktu kontak mencapai 120 menit [22]. Selain logam kadmium, *beads* kalsium alginat juga digunakan untuk adsorpsi logam, seperti pada penelitian yang dilakukan oleh Mirsha menunjukkan bahwa *beads* kalsium alginat dapat mengadsorpsi Zn^{2+} 2,36 mg/g dan Cu^{2+} 4,57 mg/g dengan waktu kontak 200 menit pada pH 6 dan suhu 30°C [23]. Untuk adsorpsi zat warna seperti pada penelitian yang dilakukan oleh Tsai, dkk. menggunakan 0,1 g *beads*

alginate 2% yang dikombinasikan dengan karbon nanotube 0,015 % dapat mengadsorpsi 83,46 % zat warna *methyl blue* 50 ppm [24].

Beads kalsium alginat pada umumnya dibuat dengan membuat gel sodium alginat 2% yang kemudian diekstruksi dengan syringe pump maupun dengan metode *dripping*, *beads* yang terbentuk kemudian ditampung dalam larutan CaCl_2 [20][25]. Gaya dorong (*driving force*) dari Ca^{2+} untuk pembentukan hidrogel lebih besar dibandingkan dengan Na^+ . Afinitas ion divalen lebih besar dibandingkan dengan ion monovalen, sehingga Ca^{2+} dapat membentuk ikatan dengan alginat pada gel sodium alginat [12].

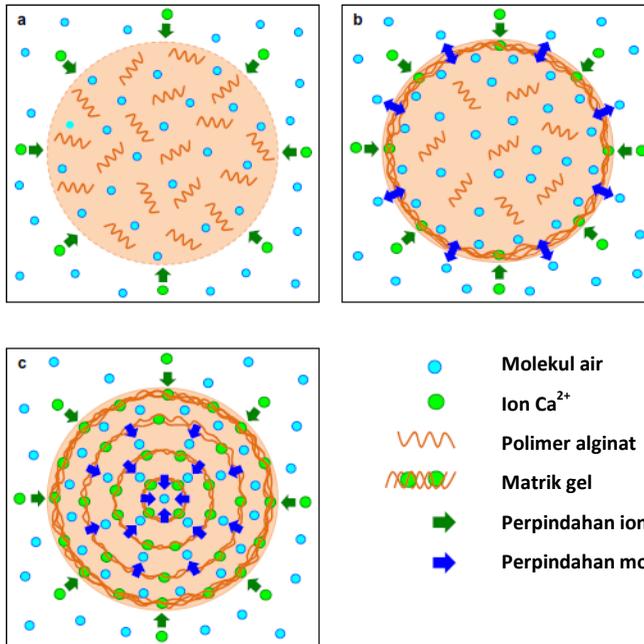
2.5 Interaksi Alginat dengan Kalsium

Alginat dapat membentuk ikatan silang dengan kation multivalen, adanya polielektrolit yang bermuatan negatif pada alginat menyebabkan alginat dapat membentuk ikatan ionik dengan kation [24].



Gambar 2. 2: Ikatan silang kalsium alginat [24]

Voo, dkk. mengajukan sebuah permodelan bagaimana mekanisme terbentuknya multilayer pada *beads* kalsium alginat, yang dapat diamati pada gambar 2.3.



Gambar 2. 3: Proses pembentukan multilayer *beads* kalsium alginat [10]

Mekanisme yang diusulkan untuk pembentukan multi-layer dari matriks kalsium-alginat dalam *beads* kalsium alginat. (a) Polimer alginat yang tersedia untuk pengikatan silang pada permukaan tetesan alginat, membentuk lapisan pengikat silang yang tebal. (B) Sebagian air keluar dari ikatan silang matriks polimer kedalam inti bagian dalam *beads* yang sebagaian gel menghasilkan lapisan yang kaya air antara matrik kalsium-alginat yang berikatan silang dan larutan alginat di *beads* bagian dalam. (c) Difusi ke dalam ion Ca^{2+} yang terus-menerus menyebabkan pembentukan lapis demi lapis matriks kalsium-alginat pada *beads* bagian dalam karena adanya lapisan yang kaya air dan pergerakan yang terbatas dari polimer alginat dalam alginat yang larutannya sangat kental [10].

2.6 Karakterisasi *Beads* Kalsium Alignat

2.6.1 Densitas

Densitas adalah perbandingan antara massa zat dibandingkan dengan volume zat pada suhu tertentu (biasanya 25° C). Bila pada suhu 25°C zat berbentuk padat, tetapan massa jenis pada suhu yang telah tertera pada masing-masing monografi, dan mengacu pada air yang tetap pada suhu 25°C. Temperatur suatu materi dapat mempengaruhi densitas. Penentuan densitas pada suatu materi dapat ditentukan dengan beberapa metode diantaranya: piknometer, aerometer, neraca hidrostatis, neraca Mohr-West Phol[26].

Pada penelitian ini penentuan densitas ditentukan dengan metode piknometer. Prinsip metode ini didasarkan atas penentuan massa cairan dan penentuan ruang, yaitu ditempati cairan. Untuk itu dibutuhkan wadah untuk menimbang yang dinamakan piknometer. Penentuan densitas padatan dengan piknometer dapat memberikan densitas teoritis dan juga dapat memberikan indikasi mengenai adanya rongga internal atau pori di dalam suatu padatan. Densitas zat padat dengan bentuk yang tidak beraturan dapat ditentukan dengan[26]:

$$\rho_{\text{zat padat}} = \frac{m_{\text{zat padat}}}{V_{\text{zat padat}}} \quad 2.1$$

$$V_{\text{zat padat}} = V_{\text{piknometer}} - V_{\text{zat cair}} \quad 2.2$$

$$V_{\text{zat cair}} = \frac{m_{\text{zat cair}}}{\rho_{\text{zat cair}}} \quad 2.3$$

dimana:

$\rho_{\text{zat padat}}$ = massa jenis padatan (g/ml)

$m_{\text{zat padat}}$ = massa padatan dalam piknometer (g)

$V_{\text{zat padat}}$ = volume padatan dalam piknometer (ml)

$V_{\text{piknometer}}$ = volume piknometer (ml)

$\rho_{\text{zat cair}}$ = massa jenis zat cair (g/ml)

$m_{\text{zat cair}}$ = massa zat cair (g)

$V_{\text{zat cair}}$ = volume zat cair (ml)

2.6.2 Luas Permukaan

Luas area permukaan pori merupakan suatu parameter yang sangat penting dalam menentukan kualitas dari suatu adsorben. Hal ini disebabkan karena luas area permukaan pori merupakan salah satu faktor utama yang dapat mempengaruhi daya adsorpsi dari suatu adsorben. Pada penelitian ini, penentuan luas permukaan ditentukan dengan adsorpsi asam stearat [27].

penentuan luas permukaan suatu adsorben dapat dilakukan dengan menentukan jumlah asam yang teradsorpsi pada adsorben. Jika adsorben menyerap asam lemak yang terdapat dalam sampel maka jumlah asam lemak akan berkurang. Daya adsorpsi berkaitan dengan luas permukaan. Pada metode ini, diasumsikan antarmuka larutan serbuk, lapisan monomolekul asam dibentuk dengan molekul asam yang ditarik adsorbat oleh gaya tarik polar yang berasal dari gugus hidroksilnya dan rantai karbon panjang yang memanjang dengan arah yang hampir tegak lurus. Untuk penentuan luas permukaan dengan asam stearat digunakan persamaan 2.4 [27]

Karakteristik adsorbat yang ideal untuk penentuan luas permukaan adalah sebagai berikut [28]: (1) tingkat kepolaran tinggi agar terbantu ikatan yang kuat pada permukaan yang polar (2) mempunyai gugus hidrofobik untuk adsorpsi pada permukaan nonpolar, (3) mempunyai ukuran molekul yang kecil dan ikatan silang yang planar, (4) tidak aktif di permukaan dan tidak berasosiasi dengan permukaan partikel, (5) dapat diwarnai, dan (6) mempunyai kelarutan yang cukup pada medium cair [28].

Penentuan kadar asam lemak bebas dapat dilakukan dengan metode titrasi asam basa. Prinsip dari titrasi asam basa yaitu analisis jumlah asam lemak bebas dalam suatu sampel ekuivalen dengan jumlah basa (NaOH) yang ditambahkan dalam titrasi yang ditandai dengan berubahnya warna sampel menjadi warna merah jambu. Ketika diberikan indikator PP (fenoftalin) [27].

Luas permukaan spesifik dapat dihitung dengan persamaan 2.5 [27]:

$$S = \frac{X_m}{M} N A_m 10^{-20} \quad 2.5$$

Dimana:

S : luas permukaan spesifik

X_m : kapasitas monolayer gram adsorbat per gram adsorben

M : massa molekul relatif adsorbat (g mol^{-1})

A_m : luas yang ditutupi satu molekul adsorbat pada lapisan monolayer

X_m akan digantikan dengan konstanta adsorpsi (K), sehingga dari persamaan tersebut akan dapat diketahui luas permukaan spesifik dari suatu adsorben [27].

2.6.3 FTIR (*Fourier Transform Infra Red*)

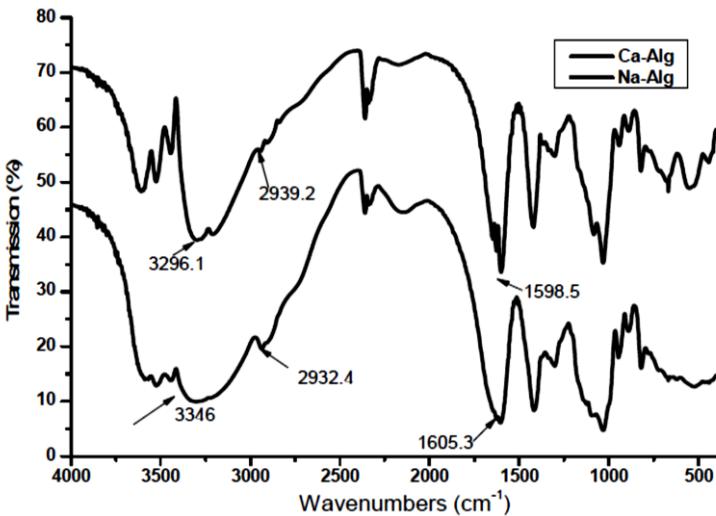
Spektroskopi adalah studi mengenai interaksi cahaya dengan atom dan molekul, interaksinya akan membentuk suatu spektrum. Interpretasi spektrum yang dihasilkan dapat digunakan untuk analisis unsur kimia, meneliti arus energi atom dan molekul, meneliti struktur molekul, dan untuk menentukan komposisi dan gerak benda-benda langit. Dikenal dua kelompok utama spektroskopi, yaitu spektroskopi atom dan spektroskopi molekul. Dasar dari spektroskopi atom adalah tingkat energi elektron terluar suatu atom atau unsur, sedang dasar dari spektroskopi molekul adalah tingkat energi molekul yang melibatkan energi elektronik, vibrasi, dan rotasi. FTIR merupakan bagian dari spektroskopi molekuler.

Spektroskopi inframerah merupakan teknik spektroskopi yang berguna untuk mengidentifikasi gugus fungsi. Spektrum inframerah meliputi panjang gelombang antara 2,5-1,6 μm atau setara dengan bilangan gelombang 4000-650 cm^{-1} . Radiasi yang diserap oleh molekul muncul sebagai pita pada spektrum. Karena setiap tipe ikatan yang berbeda mempunyai sifat frekuensi vibrasi yang berbeda, dan karena tipe ikatan yang sama dalam dua senyawa yang berbeda terletak dalam lingkungan yang sedikit berbeda, maka tidak ada dua molekul yang berbeda strukturnya akan mempunyai bentuk serapan yang tepat sama. Dengan membandingkan spektra inframerah dari dua senyawa yang diperkirakan identik maka seseorang dapat menyatakan apakah kedua senyawa tersebut identik atau tidak. Pelacakan tersebut lazim dikenal dengan bentuk sidik jari dari dua spektrum inframerah [29].

Tabel 2. 2: Daerah serapan IR masing-masing gugus fungsi [30]

Gugus Fungsi	Daerah Serapan (cm^{-1})	Intensitas Serapan
(C-H)	2850-2975	Medium-kuat
(O-H)	3400-3700	Kuat, melebar
(C=O)	1735-1750	Kuat
(C-O)	1382-1036	Medium

Prinsip kerja FTIR tidak jauh berbeda dengan IR hanya kemampuan FTIR lebih baik daripada IR. Prinsip kerja FTIR adalah sebagai berikut: suatu sumber infra merah akan mengemisikan energi infra merah dan berjalan melalui bagian optik dari spektrometer. Kemudian gelombang sinar akan melewati interferometer dimana sinar tersebut dipisahkan dan digabungkan kembali untuk menghasilkan suatu pola interferensi. Kemudian intensitas dari frekuensi sinar ditransmisikan dan diukur oleh detektor adalah interferogram, yaitu suatu daerah waktu yang menggambarkan pola interferensi. Kemudian interferogram diubah menjadi suatu pita spektrum tunggal (*single beam spectrum*) oleh FFT (*Fast Fourier Transform*) [29].



Gambar 2. 4: Grafik FTIR untuk Na-alginat standar dengan *Beads* Ca-alginat yang dibuat dengan CaCl_2 [9]

BAB III METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan selama empat bulan, yang dimulai pada bulan Februari hingga Mei 2019 di Laboratorium Kimia fisik FMIPA Universitas Brawijaya.

3.2. Alat Penelitian

Alat yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah *magnetic stirrer* dan *stirrer bar*, *syringe pump*, oven, ayakan 100 mesh dan 120 mesh, mikrometer, FTIR dan piknometer.

3.3. Bahan Penelitian

Bahan yang akan digunakan pada penelitian ini adalah cangkang kerang darah; Na-alginat 2 %, 3 % dan 4%; CaCl_2 2%, asam asetat 10%; HCl; asam stearat 1 M, etanol 98 %, NaOH 0,5 M; indikator pp, toluen dan asam oksalat.

3.4. Tahapan Penelitian

1. Preparasi cangkang kerang.
2. Pembuatan *beads* kalsium alginat dari cangkang kerang pada berbagai komposisi.
3. Karakterisasi
 - a. Penentuan densitas *beads* kalsium alginat
 - b. Penentuan luas permukaan dengan metode asam stearat
 - c. Karakterisasi *beads* kalsium alginat secara spektrofotometri FTIR
 - d. Uji ketahanan *beads* kalsium alginat terhadap asam
4. Analisis data

3.5. Prosedur Kerja

3.5.1. Preparasi cangkang kerang

Cangkang kerang dicuci berulang dengan air dan sabun sebanyak 3x sambil disikat. Setelah itu, cangkang kerang dicuci lagi dengan NaOH 0,5 M untuk menghilangkan daging yang masih tersisa lalu dibilas dengan air lagi. Kemudian dikeringkan selama 7 jam pada sinar matahari terik. Setelah itu cangkang dihancurkan hingga membentuk serbuk lalu diayak dengan

ayakan 100 mesh diambil serbuk yang lolos dan diayak lagi dengan ayakan 120 mesh diambil bubuk yang tertahan. Bubuk cangkang kerang disimpan pada pada tempat yang kering.

3.5.2. Pembuatan *beads* kalsium alginat

Disiapkan larutan alginat dengan komposisi 2 %, 3 % dan 4% (b/b) yang dilarutkan dalam aquabides. Kemudian larutan didiamkan selama semalaman. Setelah itu larutan alginat dimasukan kedalam pump ukuran 50 mL lalu diekstruksi. *Beads* yang terbantuk ditampung dalam larutan CaCO_3 5 % (b/v) yang berasal dari cangkang kerang yang dilarutkan dalam CH_3COOH 10 % (v/v). Setelah itu, *beads* disaring dan dicuci dengan etanol sebanyak 3x lalu dikering anginkan pada suhu ruang.

3.5.3. Karakterisasi

3.5.3.1. Penentuan densitas *beads* kalsium alginat

Uji densitas digunakan untuk mengetahui berat jenis dari adsorben masing-masing ukuran. Pengukuran densitas dengan menggunakan piknometer maupun pengukuran secara dimensi. Pada penentuan densitas secara dimensional, *beads* ditimbang kemudian diukur diameternya dengan mikrometer. Volume *beads* ditentukan dengan persamaan volume bola, sehingga didapatkan perbandingan antara massa dengan volume sebagai densitas dimensi dari *beads*. Untuk penentuan densitas dengan piknometer, piknometer 10 ml yang telah dicuci dan dibilas hingga bersih kemudian dikeringkan. Setelah itu, ditimbang berat kosong dari piknometer. Kemudian piknometer diisi dengan toluen yang sebelumnya telah diukur temperaturnya hingga penuh. Kemudian ditimbang piknometer tersebut dan dicatat massanya. Selanjutnya, toluen dibuang sedikit dan ditambahkan sampel sebanyak 0,1 g lalu ditimbang, kemudian ditambahkan toluen lagi hingga penuh, ditimbang dan dicatat massanya. Diulangi sebanyak tiga kali.

3.5.3.2. Penentuan luas permukaan dengan adsorpsi asam sterat

Penentuan luas permukaan pada adsorben dibutuhkan untuk menyatakan kapasitas adsorpsi dari adsorben tersebut.

Luas permukaan pada adsorben dapat ditentukan dengan berdasarkan adsorpsi asam stearat.

Beads kalsium alginat ditimbang sebanyak 0,1 gram, kemudian ditambahkan sebanyak 15 mL asam stearat dengan masing-masing konsentrasi 0,005 M; 0,01 M; 0,025 M; 0,05 M dan 0,075 M. Masing-masing larutan kemudian dikocok dengan *shaker* selama 30 menit dan didiamkan selama 2,5 jam. Campuran kemudian disaring dengan kertas saring lalu diambil filtratnya sebanyak 5 mL. Filtrat kemudian ditambahkan etanol sebanyak 10 mL dan ditambahkan tiga tetes indikator PP. Setelah itu, dititrasi dengan NaOH alkoholis 0,05 M hingga berubah warna dan dilakukan secara duplo.

3.5.3.3. Karakterisasi *beads* kalsium alginat dengan FTIR

Analisis FTIR dilakukan dengan cara mengembankan KBr dengan *beads* kalsium alginat menjadi pelet yang tipis dan transparan. Identifikasi dilakukan dengan menembakkan sinar infra merah ke sampel sehingga menghasilkan spektra puncak dengan intensitas tertentu pada bilangan gelombang $4000-400\text{ cm}^{-1}$.

3.5.3.4. Uji ketahanan *beads* kalsium alginat terhadap asam

Analisis ketahanan *beads* kalsium alginat dapat terhadap asam dapat dilakukan dengan mengamati perubahan massa yang terjadi ketika *beads* dimasukan pada asam waktu tertentu. *Beads* kalsium alginat ditimbang sebanyak 0,1 gram kemudian dimasukan kedalam larutan 10 ml HCl dengan pH 2; 2,5 dan 3. Setelah itu didiamkan selama 24 jam. Kemudian disaring dan dikeringkan anginkan. Diamati perubahan massa yang terjadi pada *beads*.

3.6. Analisis data

Analisis data pada penelitian ini diantaranya penentuan densitas dan luas permukaan berdasarkan berdasarkan adsorpsi asam stearat.

Pada penentuan densitas dari *beads* terdapat dua metode yaitu penentuan secara dimensi dan secara pikonometer. Densitas adsorben

yang ditentukan dengan piknometer 10 mL dapat dihitung dengan persamaan 3.1.

$$\rho = \frac{m}{V - \left(\frac{m_2 - m_1}{\rho_w} \right)} \quad 3.1$$

Keterangan:

ρ : densitas adsorben (g/mL)

m : massa adsorben (g)

V : volume piknometer (mL)

m_1 : massa piknometer + adsorben + air (g)

m_2 : massa piknometer + adsorben (g)

ρ_w : densitas air (g/mL)

Penentuan luas permukaan berdasarkan adsorpsi asam stearat dapat dihitung dengan persamaan 3.2.

$$S = \frac{X_m}{M} N A_m 10^{-20} \quad 3.2$$

Dimana:

S : luas permukaan spesifik

X_m : kapasitas monolayer gram adsorbat per gram adsorben

M : massa molekul relatif adsorbat (g mol⁻¹)

N : konstanta Avogadro 6,02 x 10²³ mol⁻¹

A_m : luas yang ditutupi satu molekul adsorbat pada lapisan monolayer

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. *Beads* Ca-Alginat

Beads Ca-alginat dibuat dari gel Na-alginat yang sudah didiamkan selama 24 jam untuk menstabilkan gel sehingga mempermudah pembentukan *beads*. Gel Na-alginat kemudian diekstruksi ke dalam larutan CaCO_3 5 % (b/v) berasal dari cangkang kerang yang dilarutkan dalam CH_3COOH 10 % (v/v), selanjutnya disaring dan dicuci dengan etanol. Stabilitas *beads* tergantung kondisi keasaman larutan CaCO_3 . *Beads* Ca-Alginat juga dibuat dari sumber ion Ca^{2+} yang berasal dari larutan CaCl_2 2% (b/v).



Gambar 4. 1 *Beads* dibuat pada suasana netral



Gambar 4. 2: *Beads* dibuat pada suasana asam

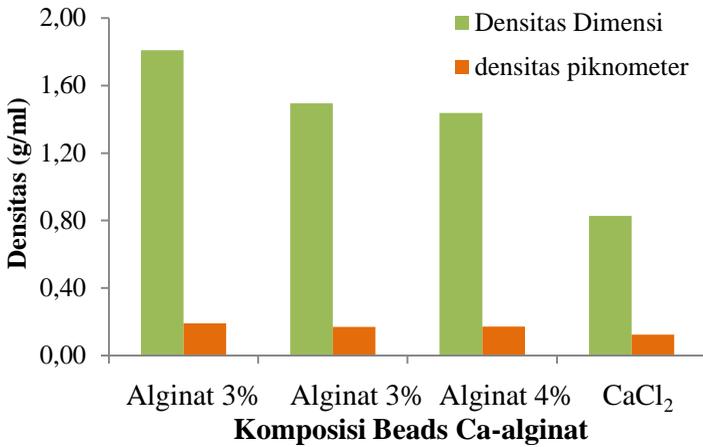
Terlihat pada Gambar 4.1 dan Gambar 4.2 perbedaan pH pada pembuatan *beads* berpengaruh terhadap kestabilan struktur *beads* yang terbentuk. Pada suasana netral *beads* yang terbentuk lembek dan bentuk *beads* cepat rusak, sedangkan pada suasana asam lebih stabil. Pada pH basa atau lebih tinggi dari 7 alginat akan mudah terfragmentasi sehingga struktur *beads* menjadi tidak rapat dan sulit memadat. Namun pada suasana asam, *beads* memiliki struktur lebih rapat dan bentuk lebih homogen serta stabil.

4.2. Densitas Beads

Pengukuran densitas adsorben dilakukan dengan dua metode yaitu secara dimensional dan menggunakan piknometer. Pada penentuan densitas secara dimensional, *beads* ditimbang kemudian diukur diameternya dengan mikrometer. Volume *beads* ditentukan dengan persamaan volume bola, sehingga didapatkan perbandingan antara massa dengan volume sebagai densitas dimensional dari *beads*. Untuk penentuan densitas dengan piknometer, didasarkan pada kehilangan pelarut dalam piknometer saat sejumlah adsorben yang telah diketahui massanya, ditambahkan.

Perbandingan kedua nilai densitas selanjutnya dianalisis untuk memperkirakan karakter pori, dinyatakan sebagai porositas. Hasil perhitungan terdapat di lampiran (lampiran C.2) kemudian dibuat kurva seperti diberikan pada Gambar 4.3.

Berdasarkan Gambar 4.3, tampak densitas dimensional menurun dengan bertambahnya konsentrasi alginat. Jika dibandingkan dengan alginat untuk sumber Ca dari CaCl_2 diperoleh densitas yang lebih tinggi. Adapun densitas piknometer menunjukkan kecenderungan harga densitas yang sama. Selanjutnya perbandingan kedua harga densitas dihitung seperti dicantumkan pada Tabel 4.1. Densitas dimensional memiliki harga lebih besar dibandingkan densitas piknometer, mengindikasikan adanya ruang kosong pada struktur alginat sehingga menunjukkan adanya pori. Hal ini juga berpengaruh terhadap porositas. Porositas yang ditentukan berdasarkan densitas merupakan cara yang digunakan untuk memperkirakan karakter pori, baik dari segi jumlah maupun ukuran pori. Semakin besar porositas maka semakin banyak ruang kosong yang terdapat pada materi tersebut.



Gambar 4. 3: Grafik densitas beads

Tabel 4. 1: Nilai porositas *beads*

Sampel	Porositas
Beads Ca-Alginat 2%	0,8941
Beads Ca-Alginat 3%	0,8864
Beads Ca-Alginat 4%	0,8799
Beads Ca-Alginat CaCl ₂	0,8497

Dari Hasil pada Tabel 4.1, menunjukkan semakin kecil konsentrasi alginat yang digunakan memberikan peningkatan porositas *beads*. Perbedaan porositas terutama terjadi pada saat proses pembentukan *beads* Ca-alginat. Proses pembentukan beads Ca-alginat diawali dengan pembentukan lapisan alginat. Polimer alginat akan menyebabkan larutan ion Ca²⁺ terjebak dibagian dalam lapisan pertama terbentuk ikatan silang menyebabkan terjadinya pemisahan fasa, antara fasa kaya alginat, berada pada bagian dalam dan fasa kaya air akan berada di bagian luar. Perbedaan konsentrasi alginat akan mendorong

air berdifusi ke dalam bagian inti *beads* Ca-alginat. Adanya ikatan silang mengakibatkan gerak polimer alginat menjadi terbatas, sehingga pada kondisi ini penambahan ion Ca^{2+} akan mendorong terjadinya difusi ion Ca^{2+} ke arah inti untuk membentuk lapisan Ca-alginat lebih lanjut. Penambahan ion Ca^{2+} secara terus menerus akan mengakibatkan pertumbuhan lapisan Ca-alginat di fasa bagian dalam. Oleh karena itu, lapisan Ca-alginat akan semakin rapat dan akan serta mengakibatkan berkurangnya ruang kosong. Semakin banyak alginat maka semakin rapat lapisan yang terbentuk dan densitas semakin meningkat.

4.3. Luas Permukaan *Beads*

Luas permukaan adsorben Ca-alginat ditentukan berdasarkan adsorpsi asam stearat pada berbagai konsentrasi dengan kisaran konsentrasi 0,005 M; 0,01 M; 0,025 M; 0,05 M dan 0,075 M yang di-shaker selama 30 menit dan didiamkan selama 2,5 jam. Jumlah asam stearat yang teradsorpsi dihitung dan perubahan konsentrasi, dianalisis secara volumetri menggunakan NaOH alkoholis. Selanjutnya jumlah asam stearat teradsorpsi dibuat kurva terhadap konsentrasi sisa agar diperoleh kapasitas adsorpsi *beads* Ca-alginat. Secara rinci perhitungannya terdapat pada lampiran C.2. kapasitas adsorpsi suatu adsorben merupakan kapasitas monolayer, diperoleh saat jumlah asam stearat teradsorpsi relatif konstan meskipun konsentrasi sisa meningkat. Kapasitas monolayer dapat didekati sebagai titik belok dari suatu persamaan polinomial orde-3. Secara matematis titik belok diperoleh dari turunan kedua saat jumlah teradsorpsi adalah nol. Persamaan polinomial dicantumkan pada Tabel 4.2.

Adapun luas permukaan dihitung dari jumlah teradsorpsi saat titik belok dengan memperhitungkan penampang lintang gugus karboksilat. Hasil perhitungan luas permukaan *beads* Ca-alginat terdapat pada Tabel 4.3.

Tabel 4. 2: Persamaan polinomial adsorpsi asam sterat

Komposisi <i>beads</i>	Persamaan	x/m
Beads Ca-alginat 2%	$y = 2077,4x^3 - 434,64x^2 + 61,434x - 0,064$	0,07
Beads Ca-alginat 3%	$y = 54054x^3 - 4053,6x^2 + 112,15x - 0,2787$	0,03
Beads Ca-alginat 4%	$y = 18492x^3 - 1321,1x^2 + 60,616x - 0,0491$	0,05
Beads Ca-alginat dengan CaCl ₂	$y = -245288x^3 + 14223x^2 + 147,35x + 0,6448$	0,02

Tabel 4. 3: data luas permukaan setiap komposisi *beads*

Komposisi <i>beads</i>	x/m	Luas permukaan (m ² /g)
Beads Ca-alginat 2%	0,07	30,24
Beads Ca-alginat 3%	0,03	10,84
Beads Ca-alginat 4%	0,05	10,41
Beads Ca-alginat dengan CaCl ₂	0,02	5,20

Komposisi alginat 2 % (Tabel 4.3) menunjukkan luas permukaan terbesar, semakin tinggi konsentrasi alginat, luas permukaan semakin kecil. Peningkatan alginat menghasilkan derajat ikatan yang semakin tinggi. Struktur *beads* akan semakin keras dan kaku dikarenakan banyak ikatan silang yang terbentuk pada *beads* menyebabkan ruang kosong yang tersedia juga semakin sedikit.

Meningkatnya komposisi alginat menyebabkan ketersediaan C-O karboksil untuk membentuk ikatan silang dengan Ca²⁺ akan semakin banyak. Sehingga ruang kosong (rongga) yang terdapat pada *beads* akan berkurang. Struktur *beads* akan semakin keras dan kaku dikarenakan banyak ikatan silang yang terbentuk pada

beads menyebabkan ruang kosong yang tersedia juga semakin sedikit. Data tersebut dapat ditinjau pada grafik densitas dan porositas pada Gambar 4.3 dan Tabel 4.3.

Selain itu, dengan meningkatnya alginat, jumlah -OH bebas yang terdapat pada *beads* akan semakin meningkat. Gugus -OH pada alginat ini yang nantinya akan membentuk ikatan hidrogen dengan gugus -OH pada asam stearat. Banyak gugus -OH yang tersedia akan menyebabkan banyaknya asam stearat yang akan berinteraksi membentuk ikatan hidrogen sehingga jumlah asam stearat yang tersisa juga akan semakin sedikit.

4.4. Ketahanan *Beads* terhadap Asam

Uji ketahanan *beads* dilakukan dengan cara merendam *beads* selam 24 jam dalam larutan HCl pada variasi pH 2; 2,5; dan 3. Analisis ketahanan *beads* dilakukan secara gravimetri yaitu melalui pengamatan perbedaan massa *beads* sebelum dan setelah perendaman persen perubahan massa *beads* terdapat pada Tabel 4.4.

Tabel 4. 4: Uji ketahanan *beads* terhadap asam

Sampel	% perubahan massa		
	pH 2	pH 2,5	pH 3
<i>Beads</i> Ca-alginat 2%	100,00	99,30	99,10
<i>Beads</i> Ca-alginat 3%	98,90	97,51	95,20
<i>Beads</i> Ca-alginat 4%	91,12	88,24	83,75

Berdasarkan data pada Tabel 4.3, pada pH yang sama alginat *beads* dengan komposisi alginat 4 % mengalami pengurangan massa yang paling kecil, Jumlah H⁺ yang tersedia pada larutan sama namun jumlah alginatnya berbeda hal tersebut yang dapat menyebabkan terjadinya perbedaan pengurangan % massa pada *beads* Ca-alginat seiring dengan bertambahnya komposisi alginat. sehingga dengan semakin meningkatnya

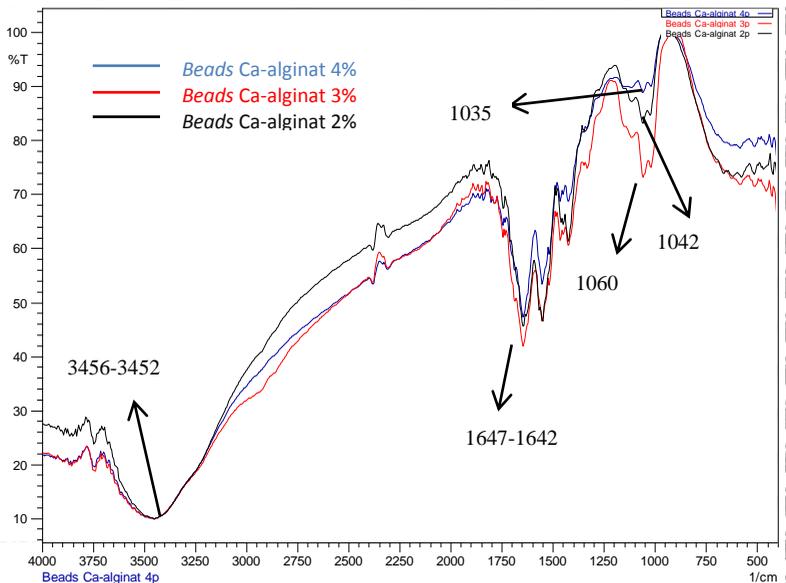
komposisi alginat maka tingkat berkurangnya massa pada *beads* akan semakin kecil.

Pada komposisi yang sama dengan pH larutan HCl yang berbeda perubahan massa paling sedikit terjadi pada pH 3. Jumlah H^+ semakin menurun sering dengan meningkat pH HCl. Sehingga dengan meningkatnya nilai pH tingkat pengurangan massa *beads* akan semakin kecil.

Pengaruh ion H^+ yang mempunyai kemampuan *driving force* yang lebih besar dibandingkan ion Ca^{2+} akan masuk kedalam *beads* menggantikan ion Ca^{2+} . Ion H^+ merupakan ion monovalen, ikatan terbentuk tidak bisa sekuat ikatan silang yang dibentuk oleh ion Ca^{2+} . Sehingga struktur *beads* menjadi kurang stabil, *beads* pecah dan terlarut dalam asam.

4.5. FTIR

Karakterisasi dengan FTIR bertujuan untuk mengetahui pergeseran serapan yang terjadi apabila komposisi *beads* alginat berbeda. Karena karakteristik dari adsorben yang baik dapat ditinjau dari gugus fungsi yang terdapat pada adsorben. Gugus fungsi pada adsorben mempunyai peran penting dalam membentuk interaksi ikatan dengan adsorbat yang memegang peran penting dalam proses adsorpsi. Berikut ini data FTIR untuk masing-masing komposisi *beads* Ca-alginat yang tertera pada Gambar 4.5.



Gambar 4. 4: Karakterisasi beads dengan FTIR

Daerah puncak serapan $3456-3452\text{ cm}^{-1}$ pada Gambar 4.5 menunjukkan adanya serapan gugus -OH hidroksil pada alginat dengan ciri khas serapan yang melebar dan kuat. Untuk daerah puncak serapan kuat dan tajam $1647-1642\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan adanya gugus fungsi C=O karbonil dari alginat. Sedangkan pada daerah serapan medium dan tajam pada $1060-1020\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan adanya gugus fungsi C-O dari karboksilat yang terdapat pada alginat. Dari spektra yang terdapat pada Gambar 4.5, memperlihatkan tidak ada pergeseran bilangan gelombang dan puncak serapan yang begitu signifikan terhadap perubahan komposisi jumlah alginat yang digunakan pada pembuatan *beads*.

Jika dibandingkan dengan literatur, spektra FTIR yang diperoleh, memperlihatkan bahwa tidak ada perubahan spektra ataupun pergeseran serapan yang begitu signifikan antara *beads* yang dibuat dengan sumber kalsium dari CaCO_3 dengan CaCl_2 .

yang menunjukkan bahwa tidak adanya pengaruh antara sumber kalsium terhadap gugus fungsi dari alginat

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan bahwa:

1. Komposisi optimum pembuatan Ca-alginat berdasarkan porositas dan luas permukaan, dicapai pada konsentrasi alginat 2% berturut-turut 0,8941 dan 30,24 m²/g. Namun berdasarkan ketahanannya terhadap asam, *beads* alginat dengan komposisi alginat 4 % paling tahan terhadap asam.
2. *Beads* Ca-alginat yang sumber kalsiumnya berasal dari cangkang kerang memiliki porositas, luas permukaan dan ketahanan asam adsorben lebih baik dibandingkan dengan *beads* Ca-alginat yang berasal dari CaCl₂. Dari sisi interpretasi gugus fungsi, perbedaan sumber kalsium tidak mempengaruhi struktur kimia *beads* Ca-alginat.
3. Cangkang kerang memiliki potensi sebagai kalsium pada pembentukan *beads* Ca-alginat.

5.2 Saran

Parameter yang diukur untuk mengetahui potensi cangkang kerang pada pembuatan *beads* Ca-alginat sebagai adsorben masih kurang, ukuran pori dan morfologi dari *beads* masih belum diamati. Sehingga diharapkan pada penelitian selanjutnya parameter pendukung tersebut dapat diamati agar data yang didapatkan lebih lengkap lagi.

DAFTAR PUSTAKA

1. Berita satu. **Target Produksi Kerang Sudah Tercapai 50%**. Investor Daily. (n.d.). Retrieved January 14, 2019, from <https://id.beritasatu.com/agribusiness/target-produksi-kerang-sudah-tercapai-50/125806>.
2. Hazmi, Zuki, A. B. Z., Noordin, M. M., Jalila, A., & Norimah, Y. (2007). **Mineral Composition of the cocle (Anadara granosa) Shells of West Coast of Peninsular Malaysia and It's Potential Biomaterial for Use in Bone Repair**. Medwell Journal, 6, 591–594.
3. Anugerah, A., & Iriany, S. (2015). **Pemanfaatan Limbah Cangkang Kerang Bulu sebagai Adsorben untuk Menjerap Logam Kadmium (II) dan Timbal (II)**. Departemen Teknik Kimia Fakultas Teknik Unversitas Sumatera Utara, 4(Jurnal Teknik Kimia), 40–45.
4. Afranita, G., Anita, S., & Hanifah, T. A. (n.d.). **Sebagai Adsorben Ion Timah Putih**, 5.
5. Utomo, K. P., & Kadaria, U. (n.d.). **Pemanfaatan Cangkang Kerang Darah (Anadara granosa) dan Zeolit Sebagai Media Filter Keramik untuk Pengolahan Air Gambut**, 10.
6. Chan, E.-S. (2011). **Preparation of Ca-alginate beads containing high oil content: Influence of process variables on encapsulation efficiency and bead properties**. Carbohydrate Polymers, 84(4), 1267–1275. doi:10.1016/j.carbpol.2011.01.015
7. Voo, W.-P., Ooi, C.-W., Islam, A., Tey, B.-T., & Chan, E.-S. (2016). **Calcium alginate hydrogel beads with high stiffness and extended dissolution behaviour**. European Polymer Journal, 75, 343–353. doi:10.1016/j.eurpolymj.2015.12.029

8. Segale, L., Giovannelli, L., Mannina, P., & Pattarino, F. (2016). **Calcium Alginate and Calcium Alginate-Chitosan Beads Containing Celecoxib Solubilized in a Self-Emulsifying Phase**. Hindawi Publishing Coporation, 2, 8.
9. Belalia, F., & Djelali, N.-E. (2015). **Investigation of Swelling/Adsorption Behaviour of Calcium Alginate Beads**. *Academia Romana*, 10, 747–754.
10. Atkins, P., & Paula, J. D. (2010). **Physical Chemistry** (9th ed.). New York: Oxford University Press.
11. Papageorgiou, S. K., Katsaros, F. K., Kouvelos, E. P., Nolan, J. W., Le Deit, H., & Kanellopoulos, N. K. (2006). **Heavy metal sorption by calcium alginate beads from *Laminaria digitata***. *Journal of Hazardous Materials*, 137(3), 1765–1772. doi:10.1016/j.jhazmat.2006.05.017
12. Chan, L. ., Jin, Y., & Heng, P. W. . (2002). **Cross-linking mechanisms of calcium and zinc in production of alginate microspheres**. *International Journal of Pharmaceutics*, 242(1–2), 255–258. doi:10.1016/S0378-5173(02)00169-2
13. Leirvåg, I. T. (2017). **Strategies for Stabilising Calcium Alginate Gel Beads: Studies of Chitosan Oligomers, Alginate Molecular Weight and Concentration**. Norwegian University of Science and Technology, Norway.
14. Saxena, A. (2005). **Text Book Of Mollusca (1st ed.)**. India: Discovery Publishing House.
15. Prasajo, S. A. (n.d.). **Distribusi dan Kelas Ukuran Panjang Kerang Darah (*Anadara granosa*) di Perairan Pesisir Kecamatan Genuk, Kota Semarang**, 9.
16. Jafari, V., & Allahverdi, A. (2014). **Synthesis and characterization of colloidal nanosilica via an ultrasound**

assisted route based on alkali leaching of silica fume. *International Journal of Nanoscience and Nanotechnology*, 10(3), 145–152.

17. Pubchem. (n.d.). **Calcium carbonate**. Retrieved February 12, 2019, from <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/10112>

18. Eddyman W. Ferial, & Muhtadin A. Salam. (2016). **Fikologi**. Jakarta: Erlangga.

19. Belitz, H.-D., & Grosch, W. (2009). **Food Chemistry (4th ed.)**. Berlin: Springer.

20. Klinkenberg, G., Lystad, K. Q., Levine, D. W., & Dyrset, N. (2001). **Cell Release from Alginate Immobilized Lactococcus lactis ssp. lactis in Chitosan and Alginate Coated Beads**. *Journal of Dairy Science*, 84(5), 1118–1127. doi:10.3168/jds.S0022-0302(01)74572-9

21. Suzuki, M. (1992). **Fundamental of Adsorption**. Tokyo: Elsevier.

22. Mahmood, Z., Amin, A., Zafar, U., Raza, M. A., Hafeez, I., & Akram, A. (2017). **Adsorption studies of cadmium ions on alginate–calcium carbonate composite beads**. *Applied Water Science*, 7(2), 915–921. doi:10.1007/s13201-015-0302-2

23. Mishra, S. P. (2013). **Adsorption of Cu and Zn on calcium alginate immobilized Penicillium sp.** *INDIAN J. CHEM. TECHNOL.*, 5.

24. Tsai, F.-C., Ma, N., Tsai, L.-C., Shu, C.-M., Jiang, T., Chang, H.-C., ... Chang, G. (2013). **Adsorption of Methylene Blue on Multi-Walled Carbon Nanotubes in Sodium Alginate Gel Beads**. In S. Suzuki (Ed.), *Syntheses and Applications*

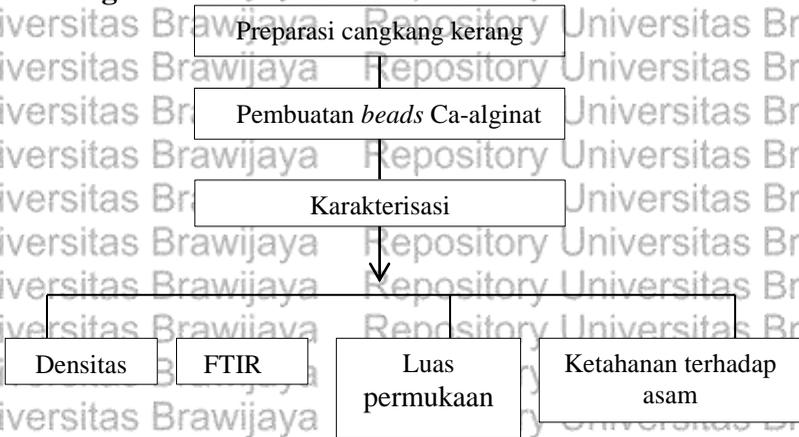
of Carbon Nanotubes and Their Composites. InTech.
doi:10.5772/50714

25. Choi, B. Y., Park, H. J., Hwang, S. J., & Park, J. B. (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.
doi:10.1016/S0378-5173(02)00054-6
26. Blake, A. (n.d.). **Analytical Methods Manual (1st ed.).** America: John Wiley and Sons. Inc.
27. Kordecki, M. C., & Gandy, M. B. (1961). **Surface area measurement by the sorption of stearic acid-1-carbon-14.** **The International Journal of Applied Radiation and Isotopes**, 12(1–2), 27–31. doi:10.1016/0020-708X(61)90028-X
28. Kissa, E. (1999). **Dispersions: Characterization, Testing, and Measurement.** New York: Marcel Dekker.
29. Silverstein, & Webster, F. X. (2007). **Spectrometric Identical of Organic Compounds (7th ed.).** America: John Wiley and Sons. Inc.
30. Field, L. D., Strenhell, S., & Kalman, J. R. (2007). **Organic Structure from Spectra (4th ed.).** Australia: John Wiley and Sons. Inc.
31. Xu, R., Pang, W., & Huo, Q. (2011). **Modern Inorganic Syhntetic Chemistry (1st ed.).** China: Elsevier.

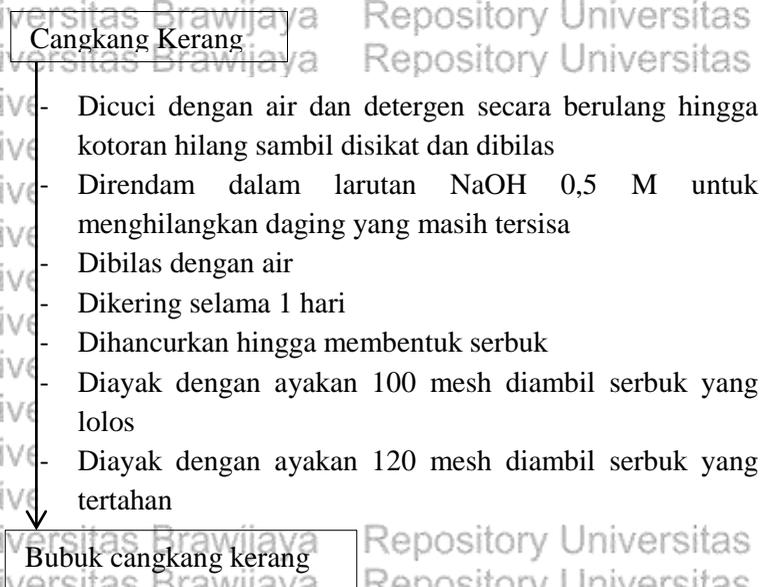
LAMPIRAN

LAMPIRAN A. Diagram Alir Penelitian

A.1 Diagram Alir Penelitian Keseluruhan



A.2 Preparasi Cangkang Kerang



A.3 Pembuatan Manik Alginat Cangkang Kerang

Bubuk cangkang kerang

Dibuat larutan alginat dengan komposisi 2 %, 3% dan 4 % (m/m) yang dilarutkan dalam air.

Diaduk hingga semua tercampur hingga homogen dan didiamkan semalaman

Dimasukan kedalam syringe pump kemudian didestruksi

Bead yang terbentuk ditampung dalam larutan CaCO_3 5% (m/v) dari bubuk cangkang kerang yang dilarutkan dalam asam asetat 10% (v/v)

Disaring dengan kertas saring

Dicuci dengan etanol

Dikering pada suhu ruang

Beads kalsium alginat

A.4 Karakterisasi *Beads* Kalsium Alginat dengan FTIR

Beads kalsium

Dibuat pelet dengan KBr

dipastikan pelet yang terbentuk tipis dan transparan.

Dianalisa dengan FTIR

Hasil

A.5 Penentuan luas permukaan dengan asam stearat

Beads 0,1 g

Ditambahkan asam stearat dengan masing-masing konsentrasi 0,005 M; 0,01 M; 0,025 M; 0,05 dan 0,075 M
Dishaker selama 30 menit dan didiamkan selam 2,5 jam
Disaring
Diambil filtratnya 5 ml
Ditambah etanol 10 ml
Dititiasi dengan NaOH alkoholis 0,05 M dengan indikator pp hingga berubah warna menjadi pink muda
Ditambah sampel 0,1 g dan ditambah air hingga penuh
Ditimbang dan dicatat massanya

Hasil

A.6 Uji ketahanan *beads* terhadap asam

Beads 1 g

Dimasukan kedalam larutan 25 ml HCl dengan pH 2; 2,5 dan 3
Didiamkan selam 24 jam
Disaring kemudain dikeringkan anginkan
Ditimbang dan diamati perubahan massa yang terjadi

Hasil

A.7 Penentuan Densitas *Beads* Kalsium Alginat

Piknometer ukuran 10 ml

- Dikeringkan dengan oven pada suhu 105°C selama 15-30 menit
- Dimasukan kedalam desikator selama 15-30 menit
- Ditimbang massa kosong piknometer dan dicatat
- Dimasukan toluen yang sudah diukur suhunya kedalam piknometer hingga penuh dan dipasang penutup
- Ditimbang massanya
- toluen yang terdapat pada piknometer dibuang sedikit
- Ditambah sampel 0,1 g dan ditambah air hingga penuh
- Ditimbang dan dicatat massanya

Hasil

LAMPIRAN B. Preparasi Larutan

B.1 Pembuatan Larutan $H_2C_2O_4$ (Asam oksalat) 0,05 M

$$\begin{aligned} \text{Mol } H_2C_2O_4 &= M \times V \\ &= 0,025 \text{ M} \times 0,1 \text{ L} \\ &= 0,0025 \text{ mol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa } H_2C_2O_4 &= \text{mol} \times M_r \\ &= 0,0025 \text{ mol} \times 90,034 \text{ g/mol} \\ &= 0,2251 \text{ g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa } H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O &= \frac{M_r H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O}{M_r H_2C_2O_4} \times H_2C_2O_4 \\ &= \frac{126,065 \text{ g/mol}}{90,034 \text{ g/mol}} \times 0,2251 \text{ g} \\ &= 0,3152 \text{ g} \end{aligned}$$

Sebanyak 0,3152 g $H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$ dilarutkan dengan akuades dalam etanol 100 ml, kemudian larutan dimasukkan kedalam labu ukur 100 ml dan ditambahkan etanol hingga tanda batas.

B.2 Pembuatan asam stearat 0,005; 0,01; 0,025; 0,05 M dan 0,075 M dalam 100 ml yang dilarutkan dalam toluen

Asam stearat 0,005 M

$$\begin{aligned} \text{Mol } C_{18}H_{36}O_2 &= M \times V \\ &= 0,005 \text{ M} \times 0,1 \text{ L} \\ &= 0,0005 \text{ mol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa } C_{18}H_{36}O_2 &= \text{mol} \times M_r \\ &= 0,0005 \text{ mol} \times 284,848 \text{ g/mol} \\ &= 0,1422 \text{ g} \end{aligned}$$

Asam stearat 0,01 M

$$\begin{aligned} \text{Mol } C_{18}H_{36}O_2 &= M \times V \\ &= 0,01 \text{ M} \times 0,1 \text{ L} \\ &= 0,001 \text{ mol} \end{aligned}$$

$$\text{Massa } C_{18}H_{36}O_2 = \text{mol} \times M_r$$

$$= 0,001 \text{ mol} \times 284,848 \text{ g/mol}$$
$$= 0,2844 \text{ g}$$

Asam stearat 0,025 M

$$\text{Mol } C_{18}H_{36}O_2 = M \times V$$
$$= 0,2 \text{ M} \times 0,1 \text{ L}$$
$$= 0,0025 \text{ mol}$$

$$\text{Massa } C_{18}H_{36}O_2 = \text{mol} \times M_r$$
$$= 0,0025 \text{ mol} \times 284,848 \text{ g/mol}$$
$$= 0,7112 \text{ g}$$

Asam stearat 0,05 M

$$\text{Mol } C_{18}H_{36}O_2 = M \times V$$
$$= 0,05 \text{ M} \times 0,1 \text{ L}$$
$$= 0,005 \text{ mol}$$

$$\text{Massa } C_{18}H_{36}O_2 = \text{mol} \times M_r$$
$$= 0,005 \text{ mol} \times 284,848 \text{ g/mol}$$
$$= 1,4224 \text{ g}$$

Asam stearat 0,075 M

$$\text{Mol } C_{18}H_{36}O_2 = M \times V$$
$$= 0,075 \text{ M} \times 0,1 \text{ L}$$
$$= 0,0075 \text{ mol}$$

$$\text{Massa } C_{18}H_{36}O_2 = \text{mol} \times M_r$$
$$= 0,0075 \text{ mol} \times 284,848 \text{ g/mol}$$
$$= 2,1336 \text{ g}$$

B.3 Pembuatan Larutan Na-alginat 2, 3 dan 4 % 100 ml

Padatan Na-alginat ditimbang sebanyak 2, 3 dan 4 g kemudian dilarutkan dengan akuades dalam gelas kimia 100 ml, lalu dimasukkan ke dalam labu ukur 100 ml dan ditambahkan akuades hingga tanda batas.

B.4 Pembuatan Larutan CaCl₂ 2 % 100 ml

Massa $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ yang dibutuhkan untuk membuat CaCl_2 1% adalah:

$$\begin{aligned}\text{Massa } \text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O} &= \frac{Mr \text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}}{Mr \text{CaCl}_2} \times \text{massa } \text{CaCl}_2 \\ &= \frac{147,016 \text{ g/mol}}{110,984 \text{ g/mol}} \times 2 \text{ g} \\ &= 2,6564 \text{ g}\end{aligned}$$

Padatan $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ditimbang sebanyak 2,6564 g dan dilarutkan dengan akuades pada gelas kimia 100 ml. Kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur 100 ml dan ditanda bataskan dengan akuades hingga tanda batas.

B.5 Pembuatan Larutan asam asetat 10 % 100 ml

Volume asam asetat 100 % yang dibutuhkan untuk membuat asam asetat 10 % adalah:

$$\begin{aligned}M_1 \times V_1 &= M_2 \times V_2 \\ 100 \% \times V_1 &= 10 \% \times 100 \text{ ml} \\ V_1 &= 10 \text{ ml}\end{aligned}$$

larutan asam asetat 100 % dipipet sebanyak 10 ml kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur 100ml dan ditambahkan akuades hingga tanda batas.

B.6 Pembuatan 100 ml larutan NaOH 0,05 M yang dilarutkan dalam etanol

$$\begin{aligned}\text{Mol NaOH} &= M \times V \\ &= 0,05 \text{ M} \times 0,1 \text{ L} \\ &= 0,005 \text{ mol} \\ \text{Massa NaOH} &= \text{mol} \times \text{mr} \\ &= 0,005 \text{ mol} \times 40 \text{ g/mol} \\ &= 0,2 \text{ g}\end{aligned}$$

B.7 Pembuatan HCl pH 2; 2,5 dan 3

Volume HCl 37% yang digunakan untuk membuat larutan HCl dengan pH 2; 2,5 dan 3 adalah:

$$M_{\text{HCl}} = \frac{\rho \times \% \text{HCl}}{Mr} \times \frac{1000 \text{ ml}}{L}$$

$$= \frac{1,19 \text{ g/ml} \times 0,37}{36,461 \text{ g/mol}} \times \frac{1000 \text{ ml}}{L}$$

$$= 12,07 \text{ M}$$

Dibuat menjadi HCl 1 M

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

$$12,07 \text{ M} \times V_1 = 1 \text{ M} \times 25 \text{ ml}$$

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

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$$

Larutan HCl pH 2 ($[\text{H}^+] = 10^{-2} \text{ M}$):

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

$$1 \text{ M} \times V_1 = 10^{-2} \text{ M} \times 100 \text{ ml}$$

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

Larutan HCl pH 2,5 ($[\text{H}^+] = 10^{-2,5} \text{ M}$):

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

$$1 \text{ M} \times V_1 = 10^{-2,5} \text{ M} \times 100 \text{ ml}$$

$$V_1 = 0,3 \text{ ml}$$

Larutan HCl pH 3 ($[\text{H}^+] = 3 \text{ M}$):

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

$$1 \text{ M} \times V_1 = 10^{-3} \text{ M} \times 100 \text{ ml}$$

$$V_1 = 0,1 \text{ ml}$$

Volume larutan HCl 37 % yang dibutuhkan untuk membuat larutan HCl 1 M adalah 2 ml dalam labu ukur 25 ml. Volume HCl yang dibutuhkan untuk membuat HCl pH 2; 2,5 dan 3 pada labu ukur 100 ml adalah 1; 0,3 dan 0,1 ml yang ditambahkan aquades hingga tanda batas.

LAMPIRAN C. Perolehan Data dan Perhitungan

C.1 Massa Jenis Beads

Tabel C. 1 Data hasil pengukuran Densitas *Beads* secara Dimensi

Sampel	d (cm)	v (cm³)	m (g)	ρ (g/cm³)
Beads Ca-alginat 2%	0,3	0,0137	0,025	1,8223
	0,3	0,0136	0,0245	1,8045
	0,3	0,0136	0,0246	1,8025
Beads Ca-alginat 3%	0,270	0,0103	0,0156	1,5131
	0,275	0,0109	0,0162	1,4871
	0,274	0,0108	0,016	1,4849
Beads Ca-alginat 4%	0,269	0,0102	0,0148	1,4515
	0,279	0,0114	0,0162	1,4241
	0,277	0,0111	0,016	1,4372
Beads Ca-alginat CaCl ₂	0,333	0,0193	0,0159	0,8220
	0,337	0,0200	0,0157	0,7831
	0,335	0,0197	0,0173	0,8785

Keterangan: d= diameter, v=volume, m=massa, dan ρ = densitas

Tabel C. 2 data pengukuran untuk penentuan densitas beads dengan piknometer

Sampel	m₁ (g)	m₂ (g)	m₃ (g)	m₄ (g)	ρ (g/ml)
Beads Ca-alginat 2%	11,6496	20,1602	0,1133	20,1645	0,1988
	11,6494	20,1502	0,1111	20,1621	0,1950
	11,6491	20,1477	0,1015	20,1613	0,1813
Beads Ca-alginat 3%	11,6494	20,1155	0,1054	20,1211	0,1730
	11,6495	20,1172	0,1051	20,1208	0,1725
	11,6596	20,1163	0,1049	20,1225	0,1643
Beads Ca-alginat 4%	11,6496	20,1179	0,1006	20,1253	0,1772
	11,6497	20,1137	0,1002	20,1314	0,1692
	11,6492	20,1124	0,1008	20,1351	0,1713
Beads Ca-algnat CaCl ₂	12,1603	21,8796	0,1011	21,8908	0,1214
	12,1603	21,8713	0,1049	21,8963	0,1262
	12,1601	21,8862	0,1027	21,9053	0,1255

Keterangan: m_1 = massa piknometer kosong, m_2 = massa piknometer + toluen, m_3 = massa sampel, m_4 = massa pikno + toluen + sampel dan ρ = densitas

C.1.1 Penentuan densitas secara dimensi

volume beads:

$$V = \frac{4}{3} \pi r^3$$

$$= \frac{4}{3} \times 22/7 \times (0,27 \text{ cm}/2)^3$$

$$= 0,0103 \text{ cm}^3$$

densitas beads:

$$\rho = m/v$$

$$= 0,0156 \text{ g} / 0,0103 \text{ cm}^3$$

$$= 1,5131 \text{ g/cm}^3$$

C.1.2 Penentuan Volume Piknometer

Pada penentuan volume piknometer diperoleh data sebagai berikut:

$$m_{\text{piknometer}} : 11,6494 \text{ g}$$

$$m_{\text{total}} : 21,5719 \text{ g}$$

$$\rho_{\text{air}} : 0,9970 \text{ g/mL}$$

$$T_{\text{aquadest}} : 25 \text{ }^\circ\text{C}$$

Perhitungan volume piknometer

$$V_{\text{piknometer}} = \frac{m_{\text{total}} - m_{\text{piknometer}}}{\rho_{\text{aquadest}}}$$

$$V_{\text{piknometer}} = \frac{21,5719 \text{ g} - 11,6494 \text{ g}}{0,9970 \text{ g/mL}}$$

$$V_{\text{piknometer}} = 9,9225 \text{ mL}$$

C.1.3 Penentuan densitas adsorben

$$\rho_{\text{adsorben}} = \frac{m_{\text{adsorben}}}{V_{\text{piknometer}} - \left(\frac{m_{\text{total}} - m_{\text{pikno+sample}}}{\rho_{\text{toluena}}} \right)}$$

$$\rho_{\text{beads Ca-alginat 2\%}} = \frac{0,1133 \text{ g}}{9,9225 \text{ mL} - \left(\frac{20,1645 \text{ g} - 11,7629 \text{ g}}{0,7893 \text{ g/mL}} \right)}$$

$$\rho_{\text{beads Ca-alginat 2\%}} = 0,1988 \text{ g/mL}$$



C.2 Luas Permukaan

Tabel C. 3 Data penentuan luas permukaan adsorben

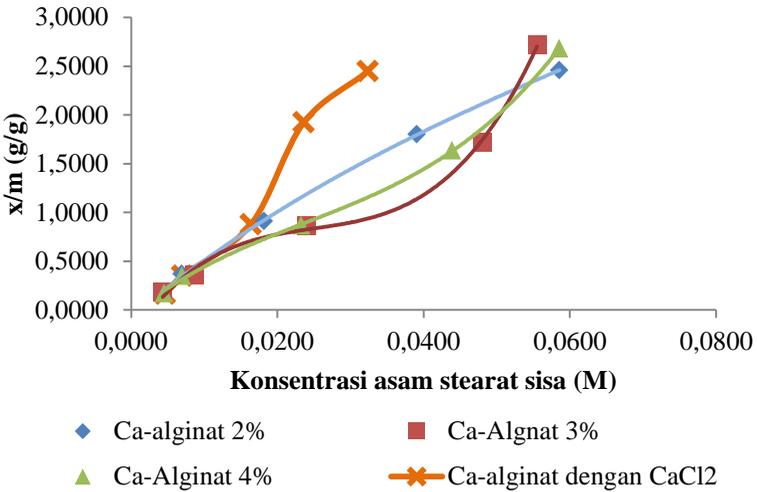
sampel	C_0 (M)	m_s (g)	C_1 (M)	C_2 (M)	m_0 (mg)	m_1 (mg)	m_3	x/m
Beads Ca-alginat 2%	0,005	0,1	0,0044	0,0006	0,0213	0,0037	0,0176	0,1761
	0,01	0,1	0,0069	0,0031	0,0427	0,0059	0,0368	0,3678
	0,025	0,1	0,0182	0,0068	0,1067	0,0155	0,0912	0,9117
	0,05	0,1	0,0391	0,0109	0,2134	0,0334	0,1800	1,8001
	0,075	0,1098	0,05856	0,0164	0,3200	0,0500	0,2701	2,4596
Beads Ca-alginat 3%	0,005	0,1	0,0043	0,0007	0,0213	0,0037	0,0177	0,1766
	0,01	0,1	0,0086	0,0014	0,0427	0,0073	0,0353	0,3533
	0,025	0,1	0,0240	0,0010	0,1067	0,0205	0,0862	0,8617
	0,05	0,1	0,0481	0,0019	0,2134	0,0410	0,1723	1,7234
	0,075	0,1003	0,05552	0,0195	0,3200	0,0474	0,2727	2,7185
Beads Ca-alginat 4%	0,005	0,1015	0,0045	0,0005	0,0213	0,0039	0,0175	0,1722
	0,01	0,105	0,0070	0,0030	0,0427	0,0059	0,0367	0,3499
	0,025	0,1002	0,0233	0,0017	0,1067	0,0198	0,0868	0,8666
	0,05	0,1075	0,0439	0,0061	0,2134	0,0375	0,1759	1,6363



		0,075	0,1007	0,05856	0,0164	0,3200	0,0500	0,2701	2,6819
Beads	Ca	0,005	0,1062	0,00464	0,0004	0,0213	0,0040	0,0174	0,1636
Alginat		0,01	0,1049	0,007	0,0030	0,0427	0,0060	0,0367	0,3498
dengan		0,025	0,1058	0,01636	0,0086	0,1067	0,0140	0,0927	0,8764
CaCl ₂		0,05	0,1005	0,0236	0,0264	0,2134	0,0201	0,1932	1,9226
		0,075	0,1195	0,03236	0,0426	0,3200	0,0276	0,2924	2,4471

Keterangan: C_0 = konsentrasi asam starata awal; m_s = massa sampel; C_1 = konsentrasi asam stearat sisa; C_2 = konsentrasi asam stearat teradsorpsi; m_0 = massa asam stearat awal; m_1 = massa asam stearat sisa; m_2 = massa asam stearat teradsorpsi; x/m = massa asam stearat yang diserap/massa adsorben.

Adsorpsi asam stearat



Gambar C. 1 Grafik adsorpsi asam stearat dengan beads Ca-alginate.

Perhitungan luas permukaan

Beads Ca-alginate 2%

$$y = 2077,4x^3 - 434,64x^2 + 61,434x - 0,064$$

$$y = 6232,2x^2 - 869,28x - 61,434$$

$$y = 124644,4x - 869,28$$

$$x = \frac{869,28}{124644,4}$$

$$x = 0,00697$$

$$x = X_m$$

$$S = \frac{X_m}{M} N A_m 10^{-20}$$

$$S = \frac{0,0697 \text{ g/g}}{284,484 \text{ g/mol}} 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1} \cdot 20,5 \text{ m}^2 \cdot 10^{-20}$$

$$S = 30,2361 \text{ m}^2/\text{g}$$

C.3. Ketahanan terhadap Asam

Tabel C. 4 Data uji ketahanan terhadap asam

Sampel	pH	m_0 (g)	m (g)	%degradasi
Ca-alginat 2%	2	0,1001	0	100,00
	2,5	0,1003	0,0007	99,30
	3	0,1001	0,0009	99,10
Ca-alginat 3%	2	0,1	0,0011	98,90
	2,5	0,1003	0,0025	97,51
	3	0,1001	0,0048	95,20
Ca-alginat 4%	2	0,1002	0,0089	91,12
	2,5	0,1003	0,0118	88,24
	3	0,1003	0,0163	83,75

Keterangan: m_0 = massa awal, m = massa setelah direndam asam

LAMPIRAN D. Foto Penelitian



Gambar D. 1 Gel alginat berbagai komposisi



Gambar D. 2 *Beads* Ca-alginat yang berhasil



Gambar D. 3 *Beads* Ca-alginat yang gagal



Gambar D. 4 Cangkang kerang darah



Gambar D. 5 Cangkang kerang yang sudah dihancurkan



Gambar D. 6 Cangkrang kerang yang telah dihaluskan



Gambar D. 7 Beads Ca-alginat dengan berbagai macam komposisi