

JURNAL KIMIA UNAND

ISSN No. 2303-3401

Volume 8 Nomor 2

Mei, 2019

*Media untuk mempublikasikan
hasil-hasil penelitian seluruh
dosen dan mahasiswa Kimia
FMIPA Unand*

Jurusan Kimia

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Andalas

Tim Editorial Jurnal Kimia Unand

Emil Salim, M.Sc, M.Si
Dr. Syukri
Prof. Dr. Adlis Santoni
Prof. Dr. Rahmiana Zein
Prof. Dr. Syukri Arief
Dr. Mai Efdi

Alamat Sekretariat

Jurusan Kimia FMIPA Unand
Kampus Unand Limau Manis, Padang – 25163
PO. Box 143, Telp./Fax. : (0751) 71 681
Website Jurnal Kimia Unand: www.jurnalsain-unand.com
Corresponding E-mail: salim_emil17@yahoo.com
syukri@fmipa.unand.ac.id

DAFTAR ISI

JUDUL ARTIKEL	Halaman
1. PENGGUNAAN POZZOLAN DAN LIMESTONE BASAH TERHADAP SIFAT FISIKA DAN KIMIA SEMEN TIPE OPC Yulizar Yusuf, Hermansyah Aziz, Febri Maulana, Cici Afrinesha Ilfa	1-7
2. ISOLASI DAN KARAKTERISASI SENYAWA TRITERPENOID SERTA UJI ANTIBAKTERI DARI EKSTRAK ETIL ASETAT DAUN JARAK MERAH (<i>Jatropha gossypifolia</i> Linn) Norman Ferdinal, Adlis Santoni, Regina Purnama	8-12
3. PEMBUATAN CANGKANG KAPSUL PATI KENTANG-ALGINAT RUMPUT LAUT COKLAT (<i>SARGASSUM CRASSIFOLIUM</i>) DENGAN <i>CROSSLINKER</i> STPP DAN CaCl_2 Marniati Salim, Yonanda Adya Puspita, Zulkarnain Chaidir	13-18
4. PENGARUH STRESS NaCl TERHADAP PERTUMBUHAN DAN AKTIVITAS ANTIOKSIDAN <i>Scenedesmus dimorphus</i> Gitta Nirmala Sari, Elida Mardiah, Zulkarnain Chaidir	19-25

PENGGUNAAN POZZOLAN DAN LIMESTONE BASAH TERHADAP SIFAT FISIKA DAN KIMIA SEMEN TIPE OPC

Yulizar Yusuf ¹, Hermansyah Aziz ², Febri Maulana ³, Cici Afrinesha Ilfa ^{1,*}

¹Laboratorium Kimia Analisis Terapan FMIPA Universitas Andalas, Kampus Limau Manis, Padang, 25163 Indonesia

²Laboratorium Kimia Fisika FMIPA Universitas Andalas, Kampus Limau Manis, Padang, 25163 Indonesia

³Laboratorium Quality Assurance, PT. Semen Padang

*Email : ciciafrineshaa4@gmail.com

Abstrak: Pozzolan dan limestone merupakan limbah dari industri semen pada material dasar pembuatan semen. Penggunaan *pozzolan* dan *limestone* basah terhadap semen tipe OPC telah dilakukan dengan variasi konsentrasi 5%, 10% dan 15%. Pengujian dilakukan dengan menambahkan zat aditif (*pozzolan* dan *limestone*) basah pada material dasar pembuatan semen OPC. Selanjutnya pengujian sifat fisika semen yaitu pengujian kehalusan, kuat tekan dan waktu pengikatan, sedangkan pengujian sifat kimia semen dilakukan dengan uji Bagian Tak Larut, SO₃, hilang pijar dan kandungan CaO bebas. Dari hasil penelitian ini diperoleh penambahan *pozzolan* dan *limestone* memberikan dampak positif pada kehalusan, kuat tekan, waktu pengikatan semen dan komposisi semen, dimana penambahan *pozzolan* 15% dapat meningkatkan kehalusan semen sehingga berpengaruh pada waktu pengikatan dan kuat tekan semen. Penambahan *limestone* 5% juga dapat meningkatkan kehalusan, kuat tekan dan mengurangi kandungan SO₃ namun menambah kandungan hilang pijar pada semen. Dari penelitian ini didapatkan bahwa penambahan zat aditif dapat meningkatkan kualitas semen OPC dan secara umum tidak jauh berbeda dengan sifat fisika semen PCC.

Kata Kunci : Semen OPC, *Pozzolan*, *Limestone*, kuat tekan, Hilang Pijar.

1. Pendahuluan

Semakin pesatnya perkembangan industri semen di Indonesia membuat muncul beberapa tipe semen antara lain *Ordinary Portland Cement* (OPC), *White Cement*, dan *Portland Composite Cement* (PCC) [1]. *Ordinary Portland Cement* (OPC) dikenal dengan semen portland tipe I, merupakan perekat hidrolis yang dihasilkan dari penggilingan klinker yang terdiri dari oksida-oksida kapur (CaO), silikat (SiO₂), alumina (Al₂O₃), besi (Fe₂O₃) [2]. Semen portland komposit (PCC) adalah bahan pengikat hidrolisis hasil penggilingan bersama terak semen portland dengan *gypsum* dan satu atau lebih bahan anorganik. Bahan anorganik tersebut antara lain *pozzolan*, senyawa silikat, batu kapur dengan kadar bahan anorganik sebesar 6-35 % dari massa semen Portland [3].

Berkembangnya pembangunan membuat industri semen mengeluarkan produk semen yang menghasilkan beton mutu tinggi dan mengeluarkan semen yang ramah lingkungan tanpa mengurangi mutu beton tersebut. Salah satunya semen yang sering digunakan sekarang ini adalah PCC (*Portland Cement Composite*). Dengan banyaknya peredaran dan penggunaan semen PCC dan semakin sulitnya mendapatkan semen tipe 1 di pasaran,

membuat masyarakat beranggapan bahwa PCC merupakan semen tipe 1, akan tetapi anggapan tersebut salah karena semen tipe 1 berbeda dengan semen PCC baik dari komposisi, sifat fisika, maupun sifat kimia [4].

Kualitas semen yang dibutuhkan antara lain, proses pengikatan semen, kuat tekan, panas hidrasi semen, pemuaian/ penyusutan volume dan ketahanan semen terhadap pengaruh lingkungan. Dalam pemakaiannya parameter utama dari kualitas semen adalah kuat tekan yang dipengaruhi oleh lima faktor utama, yaitu:

1. Kualitas klinker, yaitu reaktivitas dan jumlah trikalsium silikat (C3S) dan jumlah *freelime* (CaO bebas) pada klinker.
2. Jumlah SO₃ dalam semen.
3. Jumlah dan reaktivitas *pozzolan* yang ditambahkan dalam *Cement Mill* berupa persentase (%) bagian tak larut di semen.
4. Jumlah dan kualitas batu kapur yang ditambahkan dalam *Cement Mill* yang diukur sebagai persentase (%) hilang pijar di semen.
5. Kehalusan semen, *sieve on* 45 µm dan *blaine* semen, serta sebaran partikel 3 – 30 µm[5].

Faktor yang sangat mempengaruhi kuat tekan semen pada umur 3, 7, dan 28

hari adalah kualitas klinker yaitu kandungan C3S, hilang pijar semen/ *Loss On Ignition* (LOI), jumlah SO₃ dan jumlah Bagian Tak Larut (BTL) dalam semen. Jumlah BTL, SO₃ dan LOI dalam semen sangat berpengaruh terhadap kuat tekan, jenis semen yang akandihasilkan, biaya produksi yang optimal. Jumlah Bagian Tak Larut (BTL) pada semen dipengaruhi oleh seberapa banyak *pozzolan* yang ditambahkan, sedangkan jumlah SO₃ dipengaruhi oleh seberapa banyak *gypsum* ditambahkan, dan jumlah Hilang Pijar Semen (LOI) dipengaruhi oleh seberapa banyak batu kapur yang ditambahkan pada bahan baku semen[6].

Karena kebutuhan akan beton semen yang lebih tahan lama terus berlanjut, demikian pula pencarian komponen beton yang secara signifikan mengubah sifat fisiknya, Sehingga padapenelitian ini akan dilakukan variasi penambahan *pozzolan* dan *limestone* basah dalam pembuatan semen PCC. Kadar masing-masing zat aditif adalah 5%, 10% dan 15%. *Limestone* dan *pozzolan* merupakan material tambahan yang memang telah biasa digunakan pada produk PT. Semen Padang.

Secara umum proses pembuatan semen adalah :

1. Penambangan bahan baku
 Persiapan dan penyediaan bahan mentah/baku. Bahan baku hasil penambangan dipecah dengan mesin pemecah, digiling halus, dicampur merata dalam perbandingan tertentu yang telah dihitung sebelumnya dan dilakukan di mesin pencampur
2. Pembakaran.
 Bahan baku dimasukkan ke dalam tungku pembakaran (*preheater*) dan dibakar sampai suhu 1450°C sehingga berbentuk terak
3. Penggilingan Terak dan penambahan Gips
4. Terak yang sudah dingin (suhu ± 90°) digiling halus dalam tabung yang berisi bola-bola baja bersama-sama dengan gipsum menjadi serbuk semen yang halus yang disebut klinker
5. Pengepakan
 Kliker yang halus disimpan dalam silo (penampungan semen mirip tangki minyak) dan dipak serta siap dijual ke konsumen[7].

Telah banyak dilakukan penelitian yang dilakukan dalam rangka perbaikan kualitas semen serta mencari sumber-sumber bahan baku yang digunakan

terutama pemanfaatan limbah-limbah industri yang dapat ditambahkan dalam komposisi semen. Dalam penelitian ini penggunaan *pozzolan* dan *limestone* basah terhadap sifat fisika dan kimia semen tipe OPC.

2. Metodologi Penelitian

2.1 Alat

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah oven, *jaw crusher*, *cement mill mini* (kapasitas maks. 5 kg), kantong plastik, ayakan 850 µm, neraca analitik digital, *stopwatch*, corong, kuas kecil berbulu halus, alat *blaine automatic* lengkap dengan bagian-bagiannya, alat ayakan 45 µm *Alphine Jet Sieving*, alat vikat beserta cincin, mesin pengaduk lengkap dengan mangkuk dan pengaduk, pisau aduk segitiga, alat uji kuat tekan *Toni Technic*, cetakan (5×5×5) cm, tamper, ruang lembab (*curing chamber*), alat X-ray fluorescence (XRF), spatula, cawan porselen, *furnace* 1000°C, erlenmeyer, *magnetic bar*, pendingin tegak, *hot plate*, gelas piala (ukuran 250 mL, 400 mL, 600 mL), corong, gelas ukur, kertas saring (ukuran 41 dan 42), cawan platina, penangas, batang pengaduk.

2.2 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan adalah klinker, *gypsum* basah, *pozzolan* basah, *limestone* basah, akuades, Stronsium nitrat (Sr(NO₃)₂), Gliserol Ethanol (GE) 1:5, Ammonium Asetat 0,2 N, HCl 1:1, akuades panas, NaOH 1%, indikator Metil Merah (MM), BaCl₂ 10%.

2.3 Prosedur Percobaan

a. Preparasi Sampel

No.	Sampel Percobaan	Klinker (g)	Gip Sum(g)	Pozzo lan (g)	Limes tone (g)
1.	Blanko	4800	200		
2.	PCC 1 (<i>pozzolan</i> 5%)	4550	200	250	
3.	PCC 2 (<i>Pozzolan</i> 10%)	4300	200	500	
4.	PCC 3 (<i>Pozzolan</i> 15%)	4050	200	750	
5.	PCC 4 (<i>Limestone</i> 5%)	4550	200		250
6.	PCC 5 (<i>Limestone</i> 10%)	4300	200		500
7.	PCC 6 (<i>Limestone</i> 15%)	4050	200		750

Semua bahan baku diaduk dan dibiarkan selama 30 menit. Kemudian dioven selama 2 jam pada suhu 100°C untuk menghilangkan kadar air di dalam sampel. Setelah dikeluarkan dari oven dibiarkan dingin. Lalu dimasukkan ke dalam *mini mill*, digiling selama ±20 menit dan didumping selama 10 menit dengan

membuka penutup karet pada mesin *mini mill* tersebut. Setelah didapatkan hasil penggilingan semen, diayak dengan ayakan 850 μm dan dimasukkan ke dalam wadah sesuai dengan nomor sampel percobaan. Selanjutnya dilakukan pengukuran sifat fisika dan sifat kimia semen tersebut.

b. Pengujian Kehalusan Semen dengan Alat Blaine Automatic

Ditimbang dengan teliti contoh semen sesuai dengan tipe semen yang telah dikalibrasi jumlahnya. Untuk semen PCC = 2,8380 gram. Dimasukkan ke dalam sel permeabilitas dan diukur dengan menggunakan alat *blaine*. Pada alat akan terukur nilai kehalusan semen dengan satuan cm^2/gram atau m^2/kg .

c. Pengujian Sisa di atas Ayakan (sieve 45 μm)

Pengujian sisa di atas ayakan meliputi langkah-langkah sebagai berikut: ditimbang sampel semen sebanyak 20 gram, lalu diletakkan di atas ayakan 45 μm (*Alphine Jet Sieving*) dan diset waktu selama 3 menit, kemudian ditunggu hingga pengujian selesai sehingga diperoleh berat sisakan terakhir ditimbang sisa di atas ayakan.

d. Pengujian Konsistensi Normal (Normal Consistency) dan Waktu Pengikatan (Setting Time)

Pada pengujian konsistensi normal (*normal consistency*) yaitu ditimbang sampel semen sebanyak 650 gram dan ditakar air, lalu air tersebut dimasukkan ke dalam mangkuk pengaduk yang diikuti semen setelahnya dan ditunggu selama 30 detik agar air campuran teresap, kemudian dijalankan pengaduknya dengan kecepatan rendah selama 30 detik, di *stop* pengaduk selama 15 detik sambil dikumpulkan pasta yang menempel pada dinding mangkuk, dan dijalankan pengaduk pada kecepatan sedang selama 1 menit. Kemudian di *stop* pengaduk dan diambil pasta dengan tangan untuk membentuk pasta menjadi bola dengan 6 kali lemparan menggunakan kedua tangan. Setelah terbentuk bola pasta, lalu dimasukkan ke dalam cincin, dan kelebihan pasta pada cincin dipotong menggunakan pisau aduk segitiga pada permukaan cincin. Kemudian ditepatkan tengah-tengah pasta dalam cincin dibawah batang peluncur, ditempelkan ujung batang peluncur pada permukaan pasta, sekrup dikunci. Kemudian ditepatkan indikator pada tanda nol dari skala dan lepaskan batang peluncur paling lama 30 detik setelah pembuatan pasta selesai.

Konsistensi normal tercapai apabila batang peluncur menembus sampai batas (10 ± 1) mm di bawah permukaan pasta dalam waktu 30 detik setelah dilepaskan. Pengerjaan tersebut dilakukan secara berulang-ulang dengan memakai presentase air yang berbeda-beda sehingga tercapai konsistensi normal.

Dan pengujian waktu pengikatan (*setting time*) meliputi langkah-langkah sebagai berikut: pasta dalam cincin ebonite setelah pengujian konsistensi normal dilanjutkan dengan pengujian penetrasi menggunakan jarum vikat ($d=1$ mm). Waktu pengikatan awal (menit), jika jarum vikat menembus 25 mm dan waktu pengikatan akhir (menit), jika jarum tidak menembus dan tidak berbatas.

e. Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kekuatan tekan meliputi langkah-langkah sebagai berikut: ditimbang semen 500 gram dan pasir otawa 1375 gram, dimasukkan 270 mL air ke dalam *mixer*, dimasukkan semen ke dalam *mixer*, dilanjutkan dengan pasir otawa yang dimasukkan secara perlahan sambil mencampurnya. Dan diisikan adukan mortar ke dalam *mould* (cetakan (5x5x5) cm) hingga setengah isi *mould*, selanjutnya ditumbuk sebanyak 32 kali dengan menggunakan tamper. Dan diisikan kembali adukan mortar ke dalam *mould* hingga penuh, ditumbuk sebanyak 32 kali. Dipotong kelebihan dan diratakan permukaan menggunakan pisau aduk segitiga, lalu disimpan di ruang lembab (*curing chamber*) ± 24 jam. Setelah itu, dibuka cetakan dan lakukan perendaman ke dalam air perendam pada *curing chamber* yang mana airnya harus terjaga kebersihannya dan merupakan larutan jenuh kapur padam ($\text{Ca}(\text{OH})_2$).

Pengujian dilakukan dengan mengeluarkan benda uji dari perendaman untuk pengujian 3, 7, dan 28 hari. Dibersihkan benda uji dengan kain lembab yang bersih sampai kondisi permukaan kering dan hilangkan butiran pasir atau lapisan kasar dari permukaan yang akan kontak dengan landasan blok mesin uji. Dilakukan penekanan benda uji dengan alat penekan yang telah dikalibrasi dengan kecepatan penekanan yang ditetapkan sedemikian rupa sehingga tekanan maksimum tercapai dalam waktu 20-80 detik dengan beban tekanan pada permukaan yang betul-betul rata. Jangan melakukan perubahan pada alat pengatur dari mesin uji kuat tekan pada saat benda uji sedang ditekan dan belum dipecah.

f. Uji Bagian Tak Larut (BTL)

Pada pengujian bagian tak larut, sampel semen sebanyak 1 gram yang dimasukkan ke dalam gelas piala 250 mL, ditambahkan 10 mL HCl 1:1 dan diencerkan dengan akuades hingga volume larutan menjadi 100 mL. Larutan yang terbentuk dididihkan hingga mendekati titik didih (dihindari terbentuknya gel), selanjutnya disaring menggunakan kertas saring (ukuran 41) ke dalam gelas piala 400 mL; dan dicuci gelas piala 250 mL yang telah digunakan tadi beserta kertas saring dan endapan menggunakan akuades panas sebanyak 10 kali hingga volumenya menjadi 200 mL, filtrat yang didapatkan digunakan untuk Penetapan SO_3 . Sedangkan kertas saring dan endapan dimasukkan ke dalam gelas piala yang berisi 100 mL NaOH 1%, *digest* selama 15 menit sampai sebelum mencapai titik didih NaOH. Selama *digest* sekali-sekali diaduk campuran dan dihancurkan kertas saring dengan batang pengaduk, lalu diasamkan larutan menggunakan HCl yang dilakukan secara setetes demi setetes dan digunakan indikator metil merah hingga terbentuk larutan berwarna merah muda. Larutan tersebut disaring dengan kertas saring (ukuran 41) dan dicuci endapan 14 kali dengan akuades panas untuk meyakinkan bahwa kertas saring beserta isinya tercuci. Kertas saring dan isinya dimasukkan ke dalam cawan platina yang telah diketahui massanya, lalu dipijarkan dengan *furnace* pada suhu $1000^\circ C$ selama 30 menit, didinginkan dan ditimbang abu.

g. Uji SO_3

Pengujian SO_3 dilakukan dari filtrat berwarna kuning yang diperoleh dari pengujian Bagian Tak Larut sebanyak 200 mL dipanaskan hingga mendidih, dan ditambahkan tetes demi tetes 10 mL $BaCl_2$ 10 % yang dilanjutkan pendidihan hingga terbentuk endapan secara sempurna. Endapan tersebut disaring menggunakan kertas saring (ukuran 42) dan dicuci endapan dengan air panas, kertas saring beserta isinya dimasukkan ke dalam cawan platina yang telah ditimbang. Lalu dipijarkan pada *furnace* selama 30 menit, didinginkan dan ditimbang abu.

h. Uji Hilang Pijar Loss On Ignition (L.O.I)

Semen dipijarkan dalam tungku pemanas pada suhu yang telah ditetapkan, dimana bagian yang hilang diasumsikan sebagai jumlah air dan CO_2 dalam semen.

Pada uji Hilang Pijar, prosedurnya yaitu ditimbang sampel sebanyak 1 gram

dalam cawan porselen yang telah diketahui massanya, lalu dipijarkan hingga mencapai massa konstan dalam *furnace* selama 30 menit, didinginkan dan ditimbang massa akhir.

i. Uji CaO Bebas (Freelime)

Pengujian dilakukan dengan menimbang 1 gram sampel semen yang dimasukkan ke dalam erlenmeyer, ditambahkan stronsium nitrat sebanyak 1-2 gram dan gliserol etanol 1:5 sebanyak 45 mL. Kemudian dimasukkan *magnetic bar* dan dihubungkan dengan pendingin tegak, direfluks selama 30 menit dengan kecepatan pengadukan sedang hingga terbentuk warna merah. Setelah 30 menit berlalu, dilepaskan pendingin tegak dan dilanjutkan dengan proses titrasi menggunakan ammonium asetat 0,2 N hingga warna merah hilang.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Data pengukuran kehalusan semen OPC menggunakan blaine dan sieve

Pengujian kehalusan semen dengan menggunakan alat *Blaine* yang bertujuan untuk menentukan kehalusan yang dinyatakan dalam luas permukaan spesifik semen Portland, dihitung sebagai jumlah permukaan total $cm^2/gram$ atau m^2/kg semen Portland. Pengujian sisa di atas ayakan adalah pengujian yang dilakukan dengan cara mengukur banyaknya semen yang tertinggal di atas ayakan $45\mu m$ dengan alat *Alphine Jet Sieving*. Hasil pengukuran kehalusan semen dapat dilihat pada Tabel 3.1.

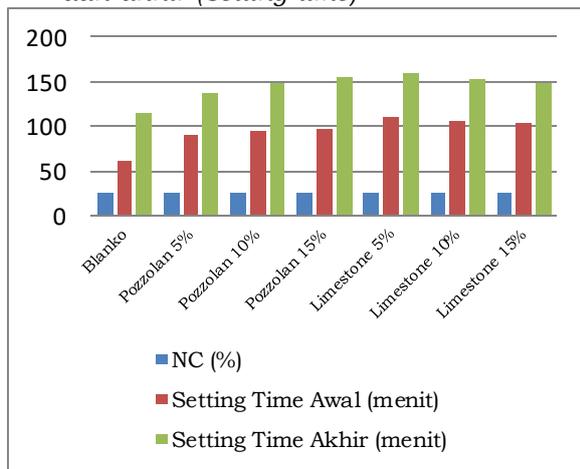
Tabel 3.1. Data pengukuran kehalusan semen OPC menggunakan *Blaine* dan *Sieve*

No.	Sampel	Blaine (cm^2/g)	Sieving (%)
1.	Blanko (Semen OPC)	3881	5,92
2.	<i>Pozzolan</i> 5%	3872	13,01
3.	<i>Pozzolan</i> 10%	3917	11,13
4.	<i>Pozzolan</i> 15%	4127	7,82
5.	<i>Limestone</i> 5%	3868	13,11
6.	<i>Limestone</i> 10%	3965	11,38
7.	<i>Limestone</i> 15%	3965	11,33

Dari data Tabel 3.1 pengukuran kehalusan semen yang telah ditambahkan variasi konsentrasi *pozzolan* dan *limestone* menggunakan *Blaine* dan *Sieve* diperoleh bahwa untuk semen yang ditambahkan *pozzolan* 5, 10, 15%, semakin banyak konsentrasi *pozzolan* yang ditambahkan semakin besar nilai kehalusan semen sehingga nilai sisa diatas ayakan (*sieve*)

semakin kecil, hal ini dikarenakan semakin banyak *pozzolan* yang ditambahkan semakin halus partikel semen yang dihasilkan sehingga massa sampel yang tertinggal di atas ayakan semakin sedikit. Pada penambahan *limestone* semakin banyak konsentrasi *limestone* yang ditambahkan maka nilai kehalusan semen tak jauh berbeda, hal ini dikarenakan pada saat penggilingan, partikel *limestone* yang kering mudah berikatan dengan klinker sehingga ukuran partikel semen semakin halus[8].

3.2 Data pengujian waktu pengikatan awal dan akhir (setting time)

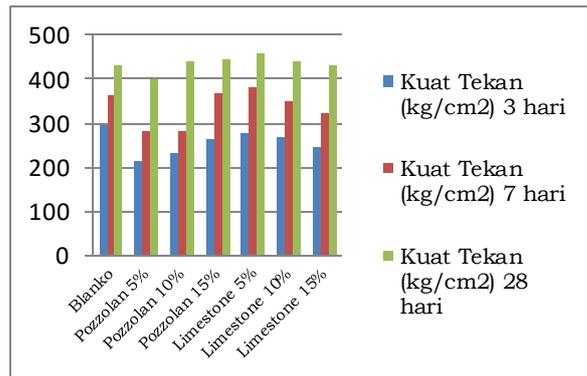


Gambar 1. Data pengujian *setting time*

Berdasarkan Gambar 1 diketahui bahwa penelitian yang telah dilakukan pada masing-masing semen diperoleh hasil semakin banyak zat aditif yang ditambahkan semakin banyak air yang dibutuhkan dalam proses pembuatan pasta semen. Hal ini dibuktikan pada penambahan *pozzolan* 15% yang mana nilai kehalusannya semakin besar sehingga luas permukaannya besar akan menyerap lebih banyak air yang digunakan pada pembuatan pasta semen. Semakin banyak air yang digunakan semakin lama proses pengerasan pada semen yang ditambahkan *pozzolan* hal ini disebabkan sifat *pozzolan* yang mudah menyerap air sehingga membutuhkan air yang banyak dalam pembuatan pastanya dan memperlama waktu pengerasan.

Pada penambahan *Limestone* 5% jumlah air yang digunakan dalam pembuatan pastanya lebih banyak dibandingkan dengan penambahan *limestone* 10% dan 15% hal ini dikarenakan sifat *limestone* yang reaktif dengan air menyebabkan panas hidrasi yang tinggi sehingga mempercepat waktu pengikatan semen[9].

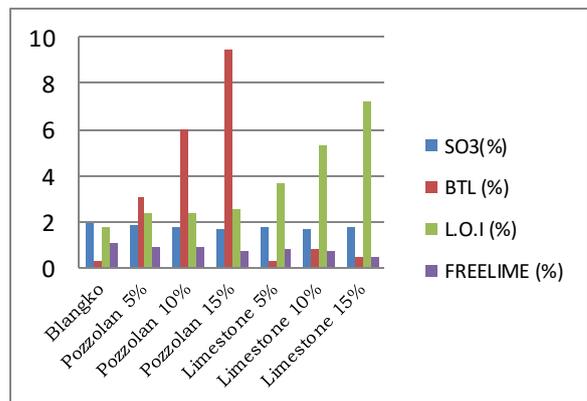
3.3 Data pengujian kuat tekan semen OPC



Gambar 2. Data pengujian kuat tekan

Berdasarkan Gambar 2 didapatkan bahwa semen yang ditambahkan 15% *pozzolan* memiliki kuat tekan yang tinggi dikarenakan penambahan *pozzolan* ke dalam semen menyumbangkan lebih banyak SiO_2 sehingga mampu mengisi rongga semen dan meningkatkan kuat tekan semen hingga hari ke-28. Sedangkan semakin besar persentase penambahan *limestone* maka kuat tekan semen semakin rendah hal ini disebabkan oleh penambahan *limestone* menyebabkan komposisi klinker menjadi berkurang, sedangkan yang menyumbangkan kuat tekan semen yaitu senyawa potensial yang terdapat di dalam klinker yaitu C_3S , C_2S , C_3A , dan C_4AF [10].

3.4 Data pengujian sifat kimia semen OPC



Gambar 3. Pengujian sifat kimia

Dari data yang didapatkan semakin banyak *limestone* yang ditambahkan nilai SO_3 yang didapatkan semakin rendah. Tingginya kadar SO_3 dalam semen dapat memungkinkan gangguan pada proses pembakaran. Penambahan *limestone* yang meningkat dalam semen Portland berpengaruh dalam mengurangi kandungan SO_3 dalam semen. Nilai SO_3 dipengaruhi oleh *gypsum* yang terdapat di dalam semen yang mana kandungan ini

berpengaruh terhadap *setting time* semen OPC. Semakin besar kandungan SO_3 maka waktu pengikatan semen dengan air akan semakin panjang. Dari data penambahan zat aditif semuanya memenuhi standar kadar SO_3 yaitu sebesar 4%.

Nilai kadar yang dihitung menggunakan metode LOI adalah total kandungan uap air dan CO_2 di dalam semen yang mana kandungan tersebut akan mempengaruhi nilai kuat tekan semen, semakin besar nilai LOI yang diperoleh berarti nilai kuat tekan semen semakin kecil dan kualitas semen berkurang. Peningkatan jumlah *pozzolan* yang diberikan tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kadar CO_2 yang terkandung dalam sampel semen. Hal ini dikarenakan kandungan dalam *pozzolan* yang tidak mengandung kalsium karbonat, melainkan kandungan terbesar *pozzolan* merupakan silika aktif. Oleh sebab itu, penambahan *pozzolan* tidak memberikan kontribusi terhadap kadar CO_2 di dalam sampel semen.

Penambahan *limestone* yang semakin besar pada semen portland berpengaruh pada peningkatan kadar LOI (hilang pijar) yang diperoleh dalam semen Portland. Kandungan LOI dalam semen Portland harus dibatasi karena dapat menimbulkan kerusakan dengan tingginya kadar LOI, dan dapat menyebabkan kualitas semen menurun karena tingginya CO_2 dari pembakaran $CaCO_3$.

CaO bebas (*freelime*) didalam semen dipengaruhi oleh jumlah klinker yang digunakan dalam material dasar pembuatan semen OPC, yang mana merupakan jumlah CaO bebas yang tidak terikat menjadi C_2S , C_3S pada proses pengikatan semen. Jumlah CaO bebas pada semen OPC adalah 1,5%, dari data yang diperoleh penambahan aditif *limestone* dan *pozzolan* memenuhi syarat standar.

Bagian Tak Larut (BTL) merupakan jumlah material tambahan ketiga yang tidak dapat larut didalam semen. Dari data yang diperoleh nilai BTL yang paling besar adalah penambahan *pozzolan* 15%, ini menunjukkan semakin banyak *pozzolan* yang ditambahkan semakin sulit larut didalam semen dan berpengaruh terhadap kuat tekan semen yang semakin menurun pada waktu panjang.[11]

4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dalam penambahan zat aditif *pozzolan* dan *limestone* pada klinker semen

OPC disimpulkan bahwa penambahan *pozzolan* 15% dan *limestone* 5% mempengaruhi nilai sifat fisika dan sifat kimia dari semen OPC terutama pada pengukuran kuat tekan dan Bagian Tak Larut. Hasil pengukuran semen OPC yang ditambahkan zat aditif *pozzolan* dan *limestone* pada klinker sifat yang dimiliki tidak jauh berbeda dengan sifat semen PCC. Dari hasil data didapatkan bahwa penambahan zat aditif tersebut memenuhi standar SNI 15-2049-2004 semen Portland.

Referensi

- [1]. Purnawan, Irfan.; Prabowo, Andi.: Pengaruh Penambahan *Limestone* terhadap Kuat Tekan Semen Portland Komposit. *Jurnal Rekayasa Proses* 2017, 11(2), 86-93.
- [2]. Pradana, Tomy.; Olivia, Monita.; Sitompul, Iskandar Romey.: Kuat Tekan dan Porositas Beton Semen OPC, PCC, dan OPC POFA di Lingkungan Gambut. *Jurusan Teknik Sipil. Jom FTEKNIK* 2016, 3(2).
- [3]. Amin, Muhammad.; Zoraya.: Pengendalian Kualitas Blaine (kehalusan) Semen Terhadap Kuat Tekan pada Industri Semen di PT Semen Baturaja (Persero) Panjang. *Jurnal Kelitbangan* 2015, 3(3), 264-272.
- [4]. Firnanda, Azmi.; Kurniawandy, Alex.; Erniyati.: Kuat Tekan Beton dan Waktu Ikat Semen Portland Komposit (PCC). *Jurusan Teknik Sipil. Fakultas Teknik Universitas Riau*; 2014.
- [5]. Irawati, Nelvi.; Putri, Nilda Tri.; BA, Alexie Herryandie.: Strategi Perencanaan Jumlah Material Tambahan dalam Memproduksi Semen dengan Pendekatan Taguchi untuk Meminimalkan Biaya Produksi (Studi Kasus PT Semen Padang). *Jurusan Teknik Industri. Fakultas Teknik Universitas Andalas*; 2016.
- [6]. Firdaus, Apriyadi.: Proses Pembuatan Semen Pada PT. Holcim Indonesia Tbk. *Jurusan Teknik Kimia Universitas Sultan Ageng Tirtayasa*; 2007.
- [7]. Putri, Nilda Tri.; Ramadhani, Indah Kurnia.: Penjadwalan Cement Mill Berbasis Minimasi Faktor Klinker dalam Proses Pembilasan dan Impor Klinker. *Jurusan Teknik Industri. Fakultas Teknik. Universitas Andalas*. 2016.
- [8]. Rahman, Fauzi. Pengaruh Kehalusan Serbuk Pasir Silika Terhadap Kekuatan Tekan Mortar. *Info Teknik*. 2006. 56-66.

- [9]. Anggraini, Retno.; Ristinah.; Nurlina, Siti. Pengaruh Variasi Penambahan Bottom Ash dalam Pasta Semen terhadap Waktu Pengikatan Awal dan Akhir. *Jurnal Rekayasa Sipil*. 2013.
- [10]. Prasetyo, Adhytia Ikhwan.; Taufiq, Agus.; Widiastuti, Diana. Variasi Komposisi Aditif Batu Kapur dalam Pembuatan Semen Campuran (*Blended Cement*). Jurusan Kimia FMIPA. Universitas Pakuan Bogor.
- [11]. Widodojoko, Lilies. Pengaruh Sifat Kimia Terhadap Unjuk Kerja Mortar. *Jurnal Teknik Sipil UBL*. 2010.
- [12]. SNI 15-2049-2004.

ISOLASI DAN KARAKTERISASI SENYAWA TRITERPENOID SERTA UJI ANTIBAKTERI DARI EKSTRAK ETIL ASETAT DAUN JARAK MERAH (*Jatropha gossypifolia* Linn)

Norman Ferdinal, Adlis Santoni, Regina Purnama*

Laboratorium Kimia Organik Bahan Alam, Jurusan Kimia FMIPA, Universitas Andalas, Kampus Limau Manis, Padang, 25163 Indonesia

*E-mail: reginapurnama2@gmail.com

Abstrak : Tumbuhan jarak merah (*Jatropha gossypifolia* L.) merupakan salah satu tanaman obat tradisional yang digunakan oleh masyarakat sebagai obat demam dan diare. Penelitian sebelumnya telah melaporkan bahwa ekstrak etil asetat daun jarak merah bersifat toksik dan memiliki aktivitas antioksidan yang kuat. Isolasi dan karakterisasi senyawa triterpenoid dilakukan terhadap ekstrak etil asetat daun jarak merah serta dilakukan uji aktivitas antibakteri pada senyawa hasil isolasi. Karakterisasi senyawa hasil isolasi dianalisa menggunakan spektroskopi UV (*Ultraviolet*) dan FT-IR (*Fourier Transform Infrared*). Hasil karakterisasi senyawa triterpenoid pada ekstrak etil asetat menunjukkan adanya ikatan rangkayang tidak berkonjugasi pada λ_{\max} 217 nm dan adanya serapan gugus O-H, C-H, C=O, serta geminal dimetil yang merupakan ciri khas senyawa triterpenoid. Uji aktivitas antibakteri menunjukkan bahwa senyawa hasil isolasi aktif dalam menghambat pertumbuhan bakteri gram positif *Staphylococcus aureus* dan bakteri gram negatif *Escherichia coli* dengan kategori daya hambat sedang.

Kata Kunci : *Jatropha gossypifolia* L., Triterpenoid, UV, FTIR, Antibakteri.

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan salah satu negara tropis yang mempunyai biodiversitas yang tinggi serta kaya akan flora dan fauna. Hal ini dapat dilihat dari kekayaan alam tumbuhan Indonesia yang terdiri dari lebih 30.000 jenis tumbuhan [1]. Dari jumlah tersebut sekitar 940 jenis diantaranya merupakan tumbuhan berkhasiat obat. Sebagian besar dari tumbuhan tersebut dapat dimanfaatkan sebagai obat [2].

Salah satu tumbuhan obat di Indonesia yang dapat dimanfaatkan sebagai obat tradisional adalah tumbuhan *Jatropha gossypifolia* L. Tumbuhan *Jatropha gossypifolia* L. dikenal dengan tumbuhan jarak merah merupakan salah satu spesies dari genus *Jatropha* [2]. Pada penggunaannya secara tradisional, bagian daun dari tumbuhan jarak merah dapat dijadikan sebagai obat demam, luka, borok, bisul dan gatal-gatal [3]. Selain itu, Kinho juga melaporkan bahwa daun jarak merah juga digunakan untuk mengobati sakit perut [4]. Berbagai penelitian telah dilakukan dengan daun dan bagian lainnya dari *Jatropha gossypifolia* L. sebagai anti-koagulan, anti-inflamasi, analgesik [5].

Penelitian sebelumnya telah melakukan uji skrining fitokimia terhadap ekstrak etil asetat daun jarak merah (*Jatropha gossypifolia* L.) menunjukkan bahwa ekstrak etil asetat daun jarak merah mengandung senyawa metabolit sekunder steroid, triterpenoid, dan fenolik.

Pada penelitian ini dilakukan isolasi senyawa triterpenoid terhadap ekstrak etil asetat daun jarak merah (*Jatropha gossypifolia* L.) juga dilakukan uji aktivitas antibakteri pada senyawa hasil isolasi dengan metoda difusi terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* dengan kontrol positif amoxillin.

2. Metode Penelitian

2.1. Alat

Peralatan yang digunakan pada penelitian adalah seperangkat alat distilasi, oven, botol reagen gelap, kolom kromatografi, botol vial 10 mL dan 100 mL, spektroskopi UV-Vis, spektroskopi FTIR, *melting point apparatus*, neraca analitik, tabung reaksi, rak tabung reaksi, desikator, cawan petri, *autoclave*, mikropipet, jarum ose, pinset, spiritus, tabung reaksi, inkubator, dan *laminar air flow*, lampu UV(λ 254 nm dan 365 nm) sebagai penampak noda, dan peralatan gelas lainnya yang umum digunakan di Laboratorium.

2.2. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah pelarut organik yang sudah didestilasi (n-heksana, etil asetat, dan metanol), akuades, asam klorida pekat, kloroform, kloroform-amoniak 0,05 M, asam sulfat 2 N, bubuk Mg dan pereaksi besi (III) klorida. Anhidrida asetat dan asam sulfat pekat untuk membuat pereaksi *Liebermann-Burchard* (LB). Sedangkan

kalium iodida dan raksa (II) klorida sebagai pembuatan pereaksi Mayer. Fasa diam yang digunakan untuk kolom kromatografi yaitu silika gel (0,063 - 0,200 mm). Pada analisis kromatografi lapis tipis digunakan plat KLT (silika gel 60 F₂₅₄). Bahan untuk uji antibakteri adalah bakteri Gram positif (*Staphylococcus aureus*) dan bakteri Gram negatif (*Escherichia coli*) kontrol positif berupa amoxicillin, media NA (*Nutrient Agar*), alkohol 70% dan NaCl 0,9%. Bahan pendukung lainnya yaitu kertas saring, aluminium foil dan tisu.

2.3. Prosedur Penelitian

Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahap, meliputi :

2.3.1. Persiapan Sampel

Sampel ekstrak etil asetat dengan massa 28,12 gram diperoleh dan diidentifikasi oleh peneliti sebelumnya (Vernando. Y, 2018) dimana daun jarak merah ini diperoleh dari Nagari Kambang, Pesisir Selatan, Sumatera Barat.

2.3.2. Uji Profil Fitokimia Ekstrak Etil Asetat Daun Jarak Merah

Uji fitokimia dilakukan terhadap ekstrak etil asetat daun Jarak Merah. Pada penelitian ini dilakukan identifikasi terhadap senyawa flavonoid, alkaloid, steroid, triterpenoid, fenolik dan saponin yang terkandung dalam ekstrak etil asetat daun Jarak Merah. Prosedur kerja uji fitokimia pada ekstrak etil asetat daun Jarak Merah sebagai berikut:

a. Uji Flavonoid

Uji flavonoid dilakukan dengan menambahkan asam klorida pekat dan sedikit bubuk Mg ke dalam tabung reaksi yang berisi 1 mL lapisan air. Jika terbentuk warna jingga kemerahan maka positif mengandung flavonoid [6].

b. Uji Fenolik

Uji fenolik dilakukan dengan menambahkan 1-2 tetes besi (III) klorida ke dalam tabung reaksi yang berisi lapisan air. Jika terbentuk warna hijau-biru gelap maka positif mengandung fenolik [6].

c. Uji Saponin

Uji saponin dilakukan dengan mengocok lapisan air dalam tabung reaksi yang ditambahkan dengan 1 mL akuades. Jika terbentuk busa yang tidak hilang saat penambahan dua tetes asam klorida pekat maka mengandung saponin [6].

d. Uji Triterpenoid dan Steroid

Lapisan kloroform ditetaskan pada 2 lubang plat tetes untuk menguji kandungan triterpenoid dan steroid, yang ditambahkan dengan setetes anhidrida asetat dan asam sulfat pekat. Jika terbentuk cincin kehijauan maka positif mengandung steroid dan terbentuk cincin merah keunguan maka positif mengandung triterpenoid [6].

e. Uji Alkaloid

Larutan sampel sebanyak 1 mL ditambahkan 5 mL kloroform-amoniak dan 1 mL asam sulfat 2 N kemudian dikocok. Lapisan asam dipisahkan, kemudian ditambahkan beberapa tetes pereaksi Mayer. Terbentuknya endapan putih menunjukkan adanya senyawa alkaloid [7].

2.3.3. Isolasi ekstrak etil asetat daun Jarak Merah

Isolasi senyawa dari ekstrak etil asetat daun Jarak Merah dilakukan dengan metoda kromatografi kolom menggunakan fasa diam silika gel. Ekstrak etil asetat dilakukan preadsorpsi terlebih dahulu dengan silika gel dengan perbandingan antara sampel dengan silika gel (1:1). Kemudian digerus secara perlahan sampai terbentuk bubuk yang homogen dan dimasukkan ke dalam desikator. Sampel yang telah dipreadsorpsi digunakan untuk proses pemisahan menggunakan kromatografi kolom.

Elusi dilakukan menggunakan pelarut n-heksana dan etil asetat dengan sistem SGP (*Step Gradient Polarity*). Eluat hasil elusi ditampung dalam botol vial 10 mL dan dikumpulkan. Setiap eluat dilakukan uji KLT (Kromatografi Lapis Tipis) dengan interval 5 vial untuk melihat pola pemisahan noda, dimana eluat yang memiliki pola noda yang sama digabung menjadi satu fraksi. Fraksi yang memiliki pola noda yang terpisah dengan baik dilakukan pemurnian lebih lanjut untuk mendapatkan senyawa murni. Senyawa murni yang didapatkan kemudian diuji kemurniannya dan dikarakterisasi.

2.3.4. Uji Kemurnian Senyawa Hasil Isolasi

Senyawa hasil isolasi dilarutkan dengan pelarut yang sesuai, kemudian ditotolkan pada plat KLT dan dielusi dengan beberapa jenis eluen. Hasil elusi dilihat pola nodanya menggunakan pengungkap noda lampu UV λ 254 nm dan λ 365 nm. Untuk senyawa murni akan memberikan pola noda tunggal meskipun digunakan eluen dengan kepolaran yang berbeda.

Uji titik leleh dilakukan dengan alat *Melting Point Apparatus*, dimana sejumlah senyawa hasil isolasi diletakkan pada alat pemanasnya diantara dua kaca objek yang bersih. Kenaikan suhu diamati pada termometer yang terhubung dengan lempeng pemanas. Suhu saat mulai meleleh sampai senyawa habis meleleh dicatat sebagai jarak leleh senyawa.

2.3.5. Karakterisasi Senyawa

Senyawa hasil isolasi dikarakterisasi dengan spektrofotometer UV-Vis dan FTIR, dimana masing-masing spektrum yang diperoleh dianalisis sehingga didapatkan informasi golongan dan struktur senyawa.

2.3.6. Uji Aktivitas Antibakteri

Uji daya hambat antibakteri dilakukan dengan metode difusi sumur dengan menggunakan kertas saring. Medium Nutrient Agar (NA), didinginkan pada suhu 40– 45°C, lalu dihomogenkan dengan 0,25 mL suspensi bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*, dituang ke dalam cawan petri secara aseptis di dalam Laminary Air Flow (LAF), biarkan hingga mengeras dan dibuat lubang (sumur) sebesar 8 mm. Kertas saring yang direndam pada masing-masing konsentrasi larutan uji dan kontrol positif yaitu *Amoxicillin* ditempelkan pada permukaan medium NA. Cawan petri kemudian diinkubasi dengan suhu 37°C selama 24 jam. Diamati pertumbuhan bakteri dan zona hambat yang timbul disekitar kertas saring selanjutnya diukur diameternya menggunakan jangka sorong[8].

3. Hasil dan Diskusi

3.1 Hasil Uji Fitokimia Ekstrak Etil Asetat

Tabel 1. Hasil Uji Fitokimia Ekstrak Etil Asetat

No	Kandungan Senyawa	Pereaksi	Hasil
1	Flavonoid	<i>Sianidin Test</i>	-
2	Fenolik	FeCl ₃	+
3	Saponin	H ₂ O/HCl pekat	-
4	Triterpenoid	LB	+
5	Steroid	LB	+
6	Alkaloid	Mayer	-

Keterangan : (+) = Ada, (-) = Tidak ada

Berdasarkan data uji kandungan metabolit sekunder pada Tabel 1, menunjukkan bahwa ekstrak etil asetat daun Jarak Merah mengandung senyawa metabolit sekunder yaitu fenolik, triterpenoid, steroid. Senyawa metabolit

sekunder yang terkandung dalam ekstrak etil asetat daun Jarak Merah ini memiliki potensi besar untuk diisolasi karena memiliki aktivitas sebagai antibakteri.

3.2 Hasil Isolasi Ekstrak Etil Asetat Daun Jarak Merah

Ekstrak etil asetat daun Jarak Merah diisolasi menggunakan metoda kromatografi kolom dengan sistem SGP (*Step Gradient Polarity*). Eluen yang digunakan yaitu n-heksana dan etil asetat dengan volume total 400 mL. eluat ditampung dalam botol vial 10 mL dan diperoleh 1044 vial. Setelah dilakukan uji KLT, diperoleh sebanyak 16 fraksi (A-P). Fraksi F diambil untuk dilakukan rekolom selanjutnya dengan eluen yang sama. Dari hasil rekolom ini didapatkan sebanyak 193 vial. Dari hasil KLT eluat didapatkan 9 sub-fraksi. Sub-fraksi C positif mengandung senyawa triterpenoid setelah dilakukan uji fitokimia dan uji KLT dengan pereaksi *LiebermannBurchard* (LB). Sub-fraksi ini kemudian dilakukan uji kemurnian.

3.3 Hasil uji kemurnian senyawa hasil isolasi

3.3.1 Uji Kromatografi Lapis Tipis (KLT)

Kemurnian dari senyawa hasil isolasi diuji menggunakan kromatografi lapis tipis dengan mengelusi senyawa tersebut menggunakan beberapa perbandingan pelarut.

Tabel 2. Hasil uji kemurnian senyawa hasil isolasi menggunakan KLT dan pereaksi *Liebermann Burchard*

No	Eluen	Rf	Penampak Noda (LB)
1.	H : E (10 : 0)	0,15	1 noda ungu
2.	H : E (9 : 1)	0,28	1 noda ungu
3.	H : E (8 : 2)	0,78	1 noda ungu

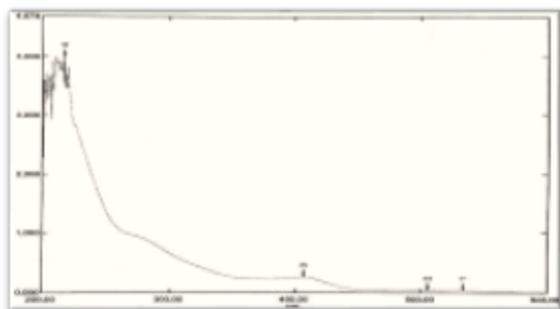
Keterangan : H = Heksana, E = Etil Asetat

3.3.2 Pengukuran Titik Leleh

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa senyawa hasil isolasi memiliki titik leleh 134°-135°C dengan rentang titik leleh 1°C. Senyawa dikatakan telah murni apabila memiliki range titik leleh ≤ 2°C. Dapat disimpulkan bahwa senyawa yang didapatkan telah murni dengan rentang titik leleh yang didapatkan 1°C.

3.3.3 Karakterisasi Senyawa Hasil Isolasi Spektroskopi UV (Ultra Violet)

Karakterisasi senyawa hasil isolasi menggunakan spektroskopi UV dilakukan untuk menentukan ada atau tidaknya ikatan rangkap yang mengalami konjugasi dari senyawa tersebut. Hasil karakterisasi senyawa menggunakan spektroskopi UV dicantumkan pada Gambar 1 dibawah ini.

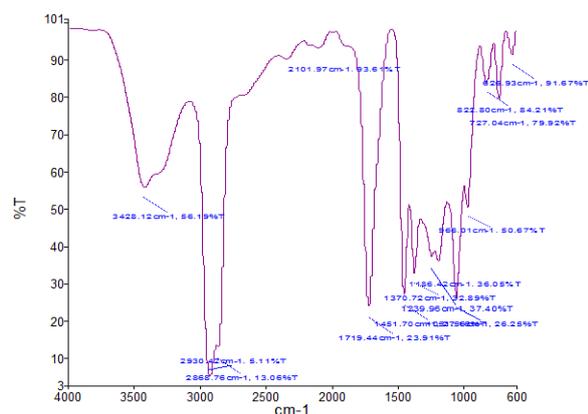


Gambar 1. Spektrum UV Senyawa Hasil Isolasi

Berdasarkan Gambar 1, yang memperlihatkan hasil dari analisis spektrum UV dari senyawa hasil isolasi menunjukkan adanya serapan maksimum pada λ_{max} = 217 nm dengan satu puncak serapan yang menandakan bahwa pada senyawa ini tidak terdapat ikatan rangkap berkonjugasi.

3.3.4 Spektroskopi FTIR (Fourier Transform Infrared)

Hasil dari spektroskopi FTIR menunjukkan gugus fungsional utama yang terdapat pada senyawa hasil isolasi. Spektrum FTIR dari senyawa hasil isolasi fraksi etil asetat daun Jarak Merah dicantumkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Spektrum FTIR senyawa hasil isolasi

Berdasarkan Gambar 2, menunjukkan karakterisasi senyawa hasil isolasi dengan adanya pita serapan pada bilangan gelombang gelombang 3428,12 cm⁻¹ yang menandakan vibrasi ulur pada

gugus hidroksi (OH) yang didukung dengan adanya serapan O-H pada bilangan gelombang 1186,42 cm⁻¹. Pita serapan gugus C=O ditunjukkan pada bilangan gelombang 1719,44 cm⁻¹. Pada bilangan gelombang 2930,42 cm⁻¹ mengindikasikan terbentuknya pita serapan C-H alifatik alkana yang diperkuat dengan adanya vibrasi tekuk -CH₃ pada bilangan gelombang 1451,70 cm⁻¹ dan 1370,72 cm⁻¹ yang merupakan geminal dimetil serapan khas dari senyawa golongan triterpenoid.

3.4 Hasil Uji Aktivitas Antibakteri

Antibiotik Amoxicillin digunakan sebagai kontrol positif. Pengujian ini menggunakan metoda difusi sumur karena zona bening yang terbentuk dari metoda ini lebih mudah diamati dan juga mudah dalam melakukan pengukurannya

Tabel 3. Hasil pengukuran diameter (mm) zona hambat terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*

Larutan Uji	Konsentrasi (mg/L)	Diameter Zona Hambat (mm)	
		<i>E. coli</i>	<i>S. aureus</i>
Senyawa hasil isolasi	31,25	8,6	10
	62,5	12	12,3
	125	13,8	14,1
	250	15,3	15,7
	500	17,9	18,6
1000	21,6	22,5	
Kontrol +	31,25	27,7	28,5
Kontrol -		0	0

Berdasarkan hasil diameter zona hambat, senyawa hasil isolasi memiliki aktivitas antibakteri yang sedang karena memiliki rata-rata diameter zona hambat 8mm sampai 10mm. Perbedaan sensitivitas bakteri terhadap antibakteri dipengaruhi oleh struktur dinding sel bakteri. Bakteri Gram positif cenderung lebih sensitif terhadap antibakteri karena struktur dinding sel bakteri Gram positif lebih sederhana dibandingkan struktur dinding sel bakteri Gram negatif sehingga memudahkan senyawa antibakteri untuk masuk ke dalam sel bakteri Gram positif [9]. Kriteria kekuatan daya antibakteri dikatakan lemah jika diameter zona hambat ≤ 5 mm, sedangkan zona hambat 5-10 mm dikategorikan sedang, zona hambat 10-20 mm dikategorikan kuat dan zona hambat 20 mm atau lebih dikategorikan sangat kuat [10].

4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, senyawa hasil isolasi diperoleh dari ekstrak etil asetat daun jarak merah didapatkan senyawa golongan triterpenoid yang dibuktikan menggunakan pereaksi *Liebermann-Burchard* dimana hasilnya menunjukkan noda tunggal berwarna merah-keunguan dan berbentuk padatan berwarna putih yang meleleh pada suhu 134-135°C. Hasil ini didukung dengan data spektroskopi UV menunjukkan adanya ikatan rangkap tidak berkonjugasi pada panjang gelombang 217 nm dan spektroskopi IR menunjukkan adanya gugus O-H, C-H, C=O serta geminal dimetil yang merupakan ciri khas dari senyawa triterpenoid. Hasil uji antibakteri menunjukkan bahwa senyawa hasil isolasi aktif terhadap bakteri gram positif *Staphylococcus aureus* dan bakteri gram negatif *Escherichia coli* dengan daya hambat kategori sedang.

5. Ucapan Terima Kasih

Ucapan terimakasih penulis ucapkan kepada pihak-pihak yang telah banyak membantu demi kelancaran penelitian ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Referensi

- [1] Nugroho, I.A. (2010). Lokakarya Nasional Tumbuhan Obat Indonesia. Edisi ke2. Apforgen. Bogor.
- [2] Salim, Z.; Munadi, E.: *Info Komoditi Tanaman Obat*. Badan Pengkajian dan Pengembangan Perdagangan Kementerian Perdagangan Republik Indonesia, Jakarta 2017,9-10.
- [3] Khare, C.P. (2007). *Indian Medicinal Plants*. Berlin/Heidelberg: SpringerVerlag: 721-722.
- [4] Kinho, J., Arini, D.I.D., Tabba, S., Kama, H., Kafiar, Y., Shabri, S., Karundeng, M.C. (2011). *Tumbuhan Obat Tradisional Di Sulawesi Utara Jilid I*. Balai Penelitian Kehutanan Manado. Manado.
- [5] Khyde MS dan Vaikos NP. Evaluasi pharmacognostical dan fitokimia daun *Jatropha gossypifolia* L.2011.Hal: 177-180
- [6] Dwisari, F.; Harlia; Hairil A.A.: Isolasi dan karakterisasi senyawa triterpenoid ekstrak metanol akar pohon kayu buta-buta (*Excoecaria agallocha* L.). *Jurnal Kimia Khatulistiwa* 2016, 5(3), 25-30.
- [7] Rasyid, A.: Identifikasi senyawa metabolit sekunder serta uji aktivitas antibakteri dan antioksidan ekstrak metanol teripang (*Stichopus hermannii*). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis* 2012, 4 (2), 360-368.
- [8] Yumas, M. Pemanfaatan Limbah Kulit Ari Biji Kakao (*Theobroma Cacao* L) sebagai Sumber Antibakteri *Streptococcus Mutans*. (Utilization of Cocoa Beans Epidermis Waste (*Theobroma Cacao* L) As Antibacterial *Streptococcus Mutans*). *Jurnal Industri Hasil Perkebunan* 2017, 12 (2), 7-20.
- [9] Davis, W., & Stout. 1971. Disc Plate Method of Microbial Antibiotic Assay. *Appl Microbiol*, 22(4). 659-665.
- [10] Mardiah, M. Uji Resistensi *Staphylococcus Aureus* terhadap Antibiotik, Amoxillin, Tetracyclin dan Propolis. *Jurnal Ilmu Alam dan Lingkungan* 2017, 8 (16), 1-6.

Pembuatan Cangkang Kapsul Pati Kentang-Alginat Rumput Laut Coklat (*Sargassum Crassifolium*) Dengan Crosslinker STPP Dan CaCl_2

Marniati Salim*, Yonanda Adya Puspita, Zulkarnain Chaidir

Laboratorium Biokimia, Universitas Andalas
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas,
Kampus Limau Manis, Padang 25163 Indonesia
*Email: bundosalim@gmail.com

Abstrak

Kapsul sangat penting dalam pengemasan sediaan obat, secara komersial pada umumnya berasal dari gelatin babi dan sapi. Alternatif pengganti gelatin dari bahan non-hewani dapat diperoleh dari polisakarida seperti pati dan alginat. Ditentukan formula optimum antara pati-alginat sebagai bahan dasar pembuatan cangkang kapsul yang ditambahkan *crosslinker Sodium Tripolyphosphate* (STPP) dan Kalsium Klorida (CaCl_2). Penelitian ini meliputi persiapan pati dengan ekstraksi pati kentang, ekstraksi natrium alginat, pembuatan cangkang kapsul, penentuan berat molekul natrium alginat, penentuan gugus fungsi senyawa dengan *Fourier Transform Infra Red* (FTIR), uji daya serap air (*swelling*), dan uji disolusi atau uji pelepasan zat aktif. Dari penelitian didapatkan nilai berat molekul natrium alginat adalah 33.317,684 g/mol. Kapsul dengan variasi 3 : 1 (pati : alginat) memiliki kemampuan menyerap air yang paling besar. Dapat disimpulkan bahwa penambahan variasi pati pada alginat berpengaruh dalam pembentukan cangkang kapsul.

Kata kunci: pati kentang, alginat, *crosslinker*, daya serap air (*swelling*).

1. Pendahuluan

Gelatin adalah polipeptida (biopolimer) dengan komponen utama protein yang telah digunakan secara luas dalam industri makanan, farmasi dan kosmetik, karena gelatin memiliki karakteristik fisik yang unik. Dengan demikian gelatin digunakan sebagai zat penstabil, pengental, pengemulsi, perekat, sebagai film, serta bahan pembentuk gel dan mikroenkapsulasi untuk produk makanan seperti jeli, susu, es krim, keju, dan makanan kaleng, dikarenakan kandungan protein yang tinggi khususnya asam amino dan rendahnya kadar lemak [1]. Gelatin juga sangat penting dalam pembuatan kapsul untuk mengirim bahan baku obat. Kapsul adalah sediaan padat yang terdiri dari cangkang kapsul keras atau cangkang kapsul lunak yang mudah larut [2]. Sumber utama gelatin berasal dari hewan yaitu, dari babi dan sapi. Produksi gelatin dari kulit babi mencapai 46%, kulit sapi 29,4%, tulang sapi 23,1%, dan alternatif lain 1,5% [3].

Penggunaan gelatin dari sapi dikhawatirkan dapat menyebabkan penyakit. Gelatin sapi memiliki resiko kontaminasi beberapa virus diantaranya *foot and mouth disease* (FMD), *Bovine spongiform encephalopathy* (BSE) dan *swine influenza*. Sehingga gelatin lebih banyak diproduksi dengan menggunakan bahan dasar babi [4]. Ini terbukti dari penelitian yang telah dilakukan oleh Rahmy Lia Noza pada tahun 2017 mengenai "Deteksi Gelatin Babi dalam Cangkang Kapsul *Food Supplement*

Menggunakan *Quantitative Real Time PCR*" didapatkan hasil bahwa dari 12 sampel kapsul yang diuji, didapatkan 8 sampel cangkang kapsul yang mengandung DNA babi sedangkan 4 kapsul yang lainnya tidak mengandung DNA babi [5].

Hal ini menjadi masalah tersendiri bagi sebagian kelompok yang dilarang untuk mengonsumsi segala macam produk yang mengandung bahan haram seperti daging babi [4]. Untuk itu ada yang meneliti sumber gelatin dapat diperoleh dari ikan dan unggas, akan tetapi volume gelatin yang dihasilkan relatif kecil dan juga memiliki sifat pembentuk gel lebih lemah karena kandungan prolin dan hidrosil yang rendah dibandingkan dengan gelatin yang berasal dari sapi dan babi, sehingga diperlukan alternatif pengganti gelatin dari bahan non hewan seperti polisakarida [6]. Beberapa polimer dari polisakarida yang dapat digunakan sebagai pengganti gelatin seperti karagenan, pati, alginat, pektin, *xanthan gum*, *maltodekstrin*, *chitosan*, *gellan gum*, dan *gar gum*[7].

Kentang memiliki kandungan pati sebesar 15% dan kandungan air sebesar 10% [8]. Pati kentang memiliki kemampuan menyerap air yang lebih rendah karena amilosa yang terkandung lebih sedikit, sehingga pati kentang memiliki stabilitas yang baik, untuk itu digunakan pati kentang sebagai pengganti gelatin yang ditambahkan dengan alginat [9]. Alginat merupakan polisakarida linear yang tersusun dari residu asam β -D-

manuronat dan α -L-guluronat yang dihubungkan melalui ikatan 1,4 [2]. Alginat diekstraksi dari rumput laut coklat (*Sargassum crassifolium*).

Kapsul pati-alginat memiliki porositas yang menurun seiring meningkatnya pati yang ditambahkan dan memiliki swelling yang stabil dari pada alginat saja. Untuk itu pati-alginat berpotensi untuk pembuatan cangkang kapsul [4], seperti penelitian yang telah dilakukan oleh G.Lozano-Vazquez *et al.*,(2015) yang memodifikasi alginat dengan pati tapioka.

Selain kombinasi pati dan alginat dalam pembuatan cangkang kapsul juga ditambahkan crosslinker, karena alginat mudah dimodifikasi menggunakan ikatan silang kimia dan fisika membentuk hidrogel alginat dan meningkatkan sifat fisikokimia atau aktivitas biologisnya dan juga berguna dalam menjembatangi terjadinya ikatan antara dua gugus fungsi sehingga kinerjanya meningkat. Jika *crosslinker* ditambahkan maka tingkat swelling air membran dapat diperkecil dan kestabilannya meningkat [10],[11]. *Crosslinker* yang dapat digunakan yaitu *crosslinker* yang bersifat kovalen dan ionik. Dimana contoh *crosslinker* bersifat kovalen adalah glutaraldehid, formaldehid dan asam oksalat. Sedangkan contoh *crosslinker* yang bersifat ionik adalah *Sodium tripolyphosphate* (STPP) dan *Calcium Chloride* (CaCl_2).

2. Metodologi Penelitian

2.1 Alat

Peralatan yang digunakan untuk penelitian ini adalah oven, *hot plate*, neraca analitik, lumpang dan alu, aluminium foil, plastik *warp*, kertas saring, spatula, *magnetik bar*, bola hisap, *dipping pen*, peralatan gelas, FTIR / Fourier Transformed Infra Red (Subtech Spektrum ACII PEDS 4.00), Spektrometer UV (Shimadzu PharmaSpec UV-1700).

2.2 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan untuk penelitian ini adalah kentang (*Solanum tuberosum L*), rumput laut coklat (*Sargassum crassifolium*) diambil di pantai nirwana, bungus, padang, akuades, KOH (Merck), HCl p.a (Merck), Na_2CO_3 (Merck), Isopropil alkohol (Merck), CaCl_2 (*Calcium Chloride*), STPP (*Sodium Tripolyphosphate*) (Merck), minyak goreng, KCl (Merck), Amoxicilin.

2.3 Tahap Penelitian

2.3.1 Ekstraksi Alginat dari Rumput Laut Coklat (*Sargassum crassifolium*)

Rumput laut coklat dipotong kecil-kecil kemudian dicuci bersih, direndam dengan KOH 0,1% selama 1 jam, lalu dikeringkan.

Selanjutnya rumput laut direndam dengan HCl 1% dengan perbandingan 1:20 (b/v) selama 1 jam. Kemudian dinetralkan pHnya dengan dicuci menggunakan akuades. Dilanjutkan dengan ekstraksi alginat menggunakan pelarut Na_2CO_3 2% selama 2 jam. Pada suhu 65-70°C dengan perbandingan 1:20 (b/v). Kemudian disaring, didapatkan filtratnya. Ditambahkan HCl 10% kedalam filtrat tersebut hingga pH 3 dan terbentuk endapan berupa gel. Dilakukan maserasi sebanyak 3 kali pengulangan. Endapan yang berupa gel ditambahkan Na_2CO_3 2% sampai terbentuk larutan netral. Kemudian larutan dimasukkan sedikit-sedikit kedalam Isopropil Alkohol (IPA) hingga terbentuk serat. Hasil berupa serat ini dikeringkan pada suhu ruang, setelah kering digerus dan didapatkan natrium alginat dalam bentuk bubuk, dan dilanjutkan dengan karakterisasi.

2.3.2 Ekstraksi Pati dari Kentang

Kentang dibersihkan, dipotong kecil-kecil tanpa mengupas kulitnya terlebih dahulu. Kemudian digerus hingga ukurannya lebih kecil. Lalu dimasukkan kedalam gelas piala 1 liter ditambahkan dengan akuades, dimaserasi selama 2 jam. Maserasi dilakukan sebanyak tiga kali pengulangan. Kemudian larutan hasil maserasi disaring dan filtratnya dikeringkan hingga didapatkan bubuk pati dan selanjutnya di karakterisasi dengan FTIR.

2.3.3 Pembuatan Campuran Pati Kentang : Alginat Rumput Laut Coklat

Tabel 3.1 Pembuatan campuran pati : alginate

var iasi	P : A	Pati (g)	Na.Alg (g)	(STPP/ CaCl_2) (mL)
1	0 : 1	0	1	1
2	1 : 3	0,25	0,75	1
3	1 : 1	0,5	0,5	1
4	3 : 1	0,75	0,25	1

Setiap variasi ditambahkan akuades dengan perbandingan antara variasi dan akuades adalah 1 : 5 dan diaduk selama 15 menit kemudian dilakukan penambahan STPP (*Sodium Tripolyphosphate*) dan CaCl_2 sebanyak 2% larutan untuk setiap variasi, dihomogenkan dengan menggunakan pengadukan yang disertai pemanasan pada suhu 70°- 80°C dan ditutup dengan aluminium foil selama 1-2 jam. Kemudian

campuran didiamkan selama 24 jam. Setelah 24 jam larutan dihomogenkan lagi dengan pengadukan dan pemanasan dengan suhu 65-70°C.

2.3.4 Pencetakan Cangkang Kapsul Pati Kentang : Alginat Rumput Laut Coklat.

Pencetakan cangkang kapsul pati-alginat dilakukan dengan menggunakan metoda *coating*. Metoda ini berupa metoda celup-tarik, pada metoda ini digunakan batang pengaduk sebagai alat atau media cetak cangkang kapsul. Setelah dilakukan *coating* dengan 3-5 kali peng-*coatingan*, kemudian dilakukan pengeringan material yang tertempel pada alat dengan dengan suhu ruang,

2.3.5 FTIR (Fourier Transform Infra Red)

Variasi dari cangkang kapsul, natrium alginat yang didapatkan dan pati dikarakterisasi dengan menggunakan FTIR. Disiapkan variasi cangkang kapsul, natrium klorida yang didapatkan dan pati dalam bentuk bubuk untuk menganalisis gugus fungsinya.

2.3.6 Penentuan Berat Molekul

Natrium Alginat yang telah disintesis ditentukan berat molekul dengan menggunakan Viskometer Ostwald. Data yang didapat dimasukkan kedalam persamaan 3 (Mark-Houwink Sakurada) sehingga diperoleh nilai berat molekul dari natrium alginat.

2.3.7 Uji Swelling Air

Uji swelling air untuk mengetahui kemampuan cangkang kapsul dapat menyerap air. Uji ini dilakukan dengan cara mengeringkan sampel dengan oven sehingga didapatkan berat kering sampel (W_{kering}). Kemudian sampel kering direndam dalam air sekitar 10-15 detik kemudian ditimbang dan didapatkan berat basah (W_{basah}). Selanjutnya ditentukan % swelling.

2.3.8 Uji Disolusi

Uji disolusi atau uji pelepasan zat aktif ini dilakukan dengan cara pertama kapsul diisi dengan zat aktif sebanyak 250 mg. Kapsul yang telah diisi dimasukkan kedalam gelas piala 50 mL yang terlebih dahulu diisi dengan larutan HCl pH 2 sebanyak 40 mL. Kemudian diaduk dengan kecepatan pengadukan 100 rpm pada menit 5,10,15,20,25,dan 30. Kemudian larutan diambil sebanyak 5 ml dan diukur serapan zat aktif dengan menggunakan Spektrofotometer UV. Disaat pengambilan larutan sebanyak 5 mL, ditambahkan lagi 5 mL larutan HCl pH 2 untuk menjaga volume dan pH larutan.

3. Hasil dan Diskusi

3.1 Hasil Ekstraksi Natrium Alginat dari

Rumput Laut Coklat (Sargassum crassifolium)

Pada penelitian ini digunakan metoda ekstraksi natrium alginat dari rumput laut coklat *Sargassum crassifolium* jalur asam dilakukan tiga proses yaitu proses deliginifikasi, demineralisasi, dan maserasi.

Hasil ekstraksi didapatkan serat natrium alginat kering berwarna coklat sebanyak 45,06 g dengan nilai rendemen ekstraksi natrium alginat sebesar 12,87%. Sedangkan pada penelitian yang dilakukan oleh Mawaddatul tahun 2016 didapatkan rendemen natrium alginat sebesar 29%. Terdapat perbedaan rendemen yang dihasilkan, hal ini dapat dipengaruhi oleh perbedaan sumber rumput laut dan lingkungannya, dan juga metoda dari ekstraksi natrium alginat seperti saat penambahan HCl dalam memisahkan asam alginat, masih ada terdapat asam alginat dengan bentuk yang sangat halus sehingga lolos pada saat penyaringan. Hal ini yang menyebabkan rendemen natrium alginat yang diekstrak lebih rendah.

3.2 Hasil Ekstraksi Pati Kentang

Ekstraksi pati kentang (*Solanum tuberosum* L.) dapat dilakukan dengan menggunakan 2 pelarut yaitu akuades dan etanol 10%, dan pada penelitian ini digunakan pelarut akuades untuk menghasilkan pati yang lebih banyak. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Sari ditahun 2013 kentang yang diekstraksi dengan pelarut akuades akan menghasilkan pati yang lebih banyak dari pada menggunakan pelarut etanol 10%, karena akuades bersifat polar.

Dari penelitian yang telah dilakukan menggunakan 3 kg kentang didapatkan pati kentang dengan massa 247 g dan rendemen pati 8,23%. Hasil yang didapatkan hampir sama dengan yang dilakukan oleh Darazat di tahun 2006, dimana didapatkan rendemen pati kentang sebesar 7,72%³⁷, dan pada penelitian yang dilakukan oleh Sari pada tahun 2013 didapatkan rendemen pati kentang sebesar 10,17 %. Pati kentang yang didapat, terdapat pada gambar 3.1:

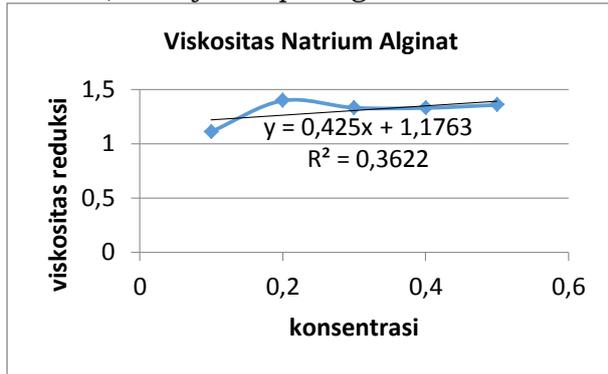


Gambar 3.1 Pati kentang

3.3 Hasil Penentuan Berat Molekul

Dari penelitian yang telah dilakukan didapatkan grafik hubungan antara

kosentrasi natrium alginat dengan viskositas reduksi, ditunjukkan pada gambar berikut :



Gambar 3.2 Grafik hubungan antara konsentrasi natrium alginat dan viskositas reduksi.

Dari hasil perhitungan diperoleh berat molekul dari natrium alginat sebesar 33.317,684 g/mol, ini menunjukkan hasil yang sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Illanes (2014), berat molekul natrium alginat berkisar 30.000-370.000 g/mol. Laksanawarti dan husni tahun 2017 menyatakan bahwa berat molekul dan viskositas dari ekstraksi natrium alginat dengan jalur asam lebih tinggi dibandingkan dengan viskositas dari jalur kalsium, hal ini disebabkan karena tidak ada residu yang terbentuk, itu berarti konversi menjadi asam alginat terbentuk sempurna. Semakin besar nilai viskositas, berarti semakin besar berat molekulnya dan rantai polimernya semakin panjang, ini menunjukkan mutu dari natrium alginat yang baik.

3.4 Hasil Pencetakan Cangkang Kapsul Pati Kentang : Alginat Rumput Laut Coklat

Berdasarkan penelitian pencetakan cangkang kapsul dengan variasi pati-alginat 0 : 1, 1 : 3, 1 : 1, 3 : 1 ditambahkan masing masing dengan *crosslinker* STPP dan CaCl₂. Diaduk sampai homogen, kemudian dicetak. Maka didapatkan hasil pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Cangkang kapsul dengan *crosslinker* STPP

Komposisi (g)	Pengamatan	Gambar
0 : 1	Bentuk tidak beraturan, sangat lunak.	
1 : 3	Bentuk tak beraturan sedikit kaku	
1 : 1	Bentuk beraturan, Licin, kaku	
3 : 1	beraturan, Permukaan agak kasar, kaku	

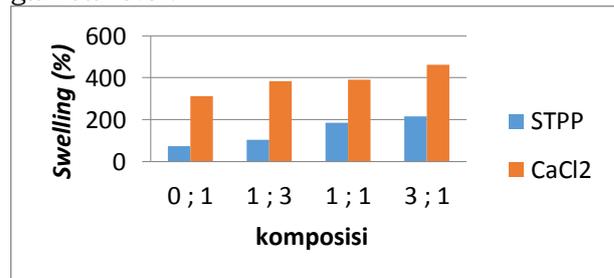
Berdasarkan data pengamatan pada tabel 3.1, cangkang kapsul yang bagus didapatkan pada variasi 1 : 1 karena didapatkan cangkang kapsul dengan bentuk yang beraturan, kaku, dan licin, dibandingkan dengan cangkang kapsul 0 : 1 yang memiliki bentuk tak beraturan dan lebih lunak, juga variasi 3 : 1 yang memiliki tekstur kaku, dan agak rapuh. Disini jelas berpengaruh dengan penambahan variasi pada alginat. Dan untuk hasil cangkang kapsul dengan *crosslinker* CaCl₂, dapat dilihat pada tabel 3.2: Tabel 3.2 Cangkang kapsul dengan *crosslinker* CaCl₂

Komposisi (g)	Pengamatan	gambar
0 : 1	Bentuk tak beraturan, licin	
1 : 3	Bentuk lebih beraturan, licin, sedikit kaku	
1 : 1	beraturan, licin, kaku	
3 : 1	Kaku, kasar.	

Berdasarkan data pengamatan pada tabel 3.2 didapatkan cangkang kapsul dari setiap variasi dengan bentuk yang beraturan kecuali variasi 0 : 1. Dan pengaruh penambahan dari masing-masing *crosslinker* yaitu terlihat jelas pada hasil pencetakan cangkang kapsul, cangkang kapsul 0 : 1 STPP memiliki bentuk yang lebih tidak beraturan dibandingkn cangkang kapsul 0 : 1 dengan CaCl₂. Dan juga pada saat proses pembentukan komposit pati-alginat, yang ditambahkan dengan CaCl₂, lebih cepat kental dan homogen dibandingkan dengan menggunakan STPP.

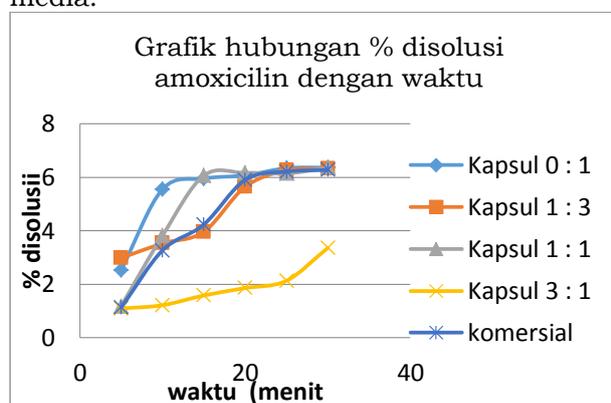
3.5 Uji swelling air

Uji *swelling* air dilakukan pada penelitian ini dengan tujuan untuk mengetahui kemampuan cangkang kapsul untuk menyerap air. Diagram hasil uji *swelling* air dengan *crosslinker* STPP ditunjukkan dalam gambar 3.3 :



Gambar 3.3 Diagram antara variasi kapsul dengan nilai *swelling* air menggunakan *crosslinker* STPP dan CaCl₂

Pada gambar 3.6 dengan *crosslinker* STPP mengalami pelepasan secara bertahap dan memiliki waktu *cracking* berbeda dengan komersial. Pelepasan zat aktif yang paling lama terjadi pada kapsul 3 : 1 dengan konsentrasi zat aktif yang terdisolusi pada menit 5,10,15,20,25,dan 30 adalah 1.107%, 1,59%, 1,849%, 2,425%, 2,55% dan 3,51% dibandingkan dengan kapsul komersial memiliki konsentrasi zat aktif terdisolusi pada menit 5,10,15,20,25, dan 30 adalah 1.126%, 3.264%, 4,23%, 5,9%, 6,208% dan 6,272%. Ini berhubungan dengan nilai *swelling* air pada kapsul 3 : 1 yang memiliki nilai *swelling* paling besar, sehingga pelepasan zat aktif lebih lama, hal ini dipengaruhi adanya pati dalam komposisi cangkang kapsul. Pati bersifat sebagai pengisi alginat, yang menyebabkan sedikit terjadi pemecahan pada kapsul, dan memperlambat pelepasan zat aktif pada media.



Gambar 3.7 grafik pelepasan zat aktif pada kapsul dengan *crosslinker* CaCl₂ dengan media pelepasan HCl pH 2

Pada gambar 3.7 dengan *crosslinker* CaCl₂ pelepasan zat aktif yang paling lama terjadi pada kapsul 3 : 1 dengan konsentrasi zat aktif yang terdisolusi pada menit 5,10,15,20,25,dan 30 adalah 1.094%, 1.216%, 1,579%, 1,856%, 2,13% dan 3,356% dibandingkan dengan kapsul komersial memiliki konsentrasi zat aktif terdisolusi pada menit 5,10,15,20,25, dan 30 adalah 1.126%, 3.264%, 4,23%, 5,9%, 6,208% dan 6,272%.Konsentrasi zat aktif yang terlarut lebih kecil daripada penambahan STPP, Ini juga berhubungan dengan nilai % *swelling* air yang didapatkan . Nilai % *swelling* dengan penambahan CaCl₂ lebih besar dari pada penambahan STPPseperti pada kapsul variasi3 : 1 yang menyatakan perbedaan stabilitas pada kedua kapsul dan juga perbedaan waktu *cracking* sehingga pelepasan zat aktif lebih lama. Hal ini juga dipengaruhi karena adanya pati dalam komposisi cangkang kapsul. Dimana pati bersifat sebagai pengisi alginat yang

menyebabkan sedikit terjadi pemecahan pada kapsul, dan memperlambat pelepasan zat aktif pada media.

4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa cangkang kapsul pati-alginat ditambah *crosslinker* STPP dan CaCl₂ yang lebih bagus pada variasi yang sama yaitu 1 : 1. Dari hasil *swelling* dengan penambahan CaCl₂ memiliki %*swelling* yang lebih besar dari pada penambahan STPP. Dan pada kedua *crosslinker* didapatkan pelepasan zat aktif yang paling lama itu pada kapsul 3 : 1.

Referensi

- [1] Atma Y, Ramdhani H. Gelatin Extraction from the Indigenous Pangasius Catfish Bone Using Pineapple Liquid Waste. *Indones J.Biotechnol.*2018, 22 (2), 86.
- [2] Intan C, Puteri A. Preparation and Characterization of Alginate-Chitosan Capsule Shells Using Tripolophosphate Crosslink Method.2010
- [3] Karim A A, Bhat R, Fish Gelatin: Properties, Challenggers, and Prospect as an Alternative to Mammalian Gelatins. *Food Hydrocoll.* 2009:23(3), 563-576.
- [4] Faridah H. D, Susanti T, Polisakarida Sebagai Material Pengganti Gelatin Pada Halal Drug Delivery System. *J Halal Prod.*, 2018;01 (02),15-21.
- [5] Noza R. L, Deteksi Gelatin Babi dalam Cangkang Kapsul *Food Supplement* Menggunakan Quantitatif Real Time PCR. Universitas Andalas.2017.
- [6] Susanti, Optimation of Formula Film Based on Amylopectin Cassava Starch and Carrageenan as a Raw Materials of Capsule Shell.2017;3(1), 20-32.
- [7] Oktavia A.D, Idiawati N, Lia D, Studi Awal Pemisahan Amilosa dan Amilopektin Pati Ubi Jalar.*Ipomoea. J.Kim.*2013;2(3),153-156.
- [8] Sari F. K, The Extraction of Starch Resistant from Three Local Varieties Potatoes. 2013; 38-42.
- [9] Suhaidi I,Yusraini E. Pengaruh Lama Pengeringan Kentang Dan Perbandingan Tepung. 2014;2 (3), 1-10.
- [10] Szekalska M,B A P,N E S, Ciosek P, Winnicka K. Alginate: Current Use and Future Perspectives in Pharmaceutical and Biomedical Applications.2016.
- [11] Karimah M. Pembuatan dan Karakterisasi Kapsul Pati-Alginat dari Ekstraksi Rumput Laut Coklat (*Sargassum sp*) sebagai Material Drug Delivery System. Perpustakaan Universitas Airlangga. 2016.

PENGARUH STRESS NaCl TERHADAP PERTUMBUHAN DAN AKTIVITAS ANTIOKSIDAN *Scenedesmus dimorphus*

Gitta Nirmala Sari, Elida Mardiah, Zulkarnain Chaidir

Laboratorium Biokimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Andalas
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas,
Kampus Limau Manis, Padang 25163 Indonesia

*Email : gita.sari17@yahoo.com

Abstrak

Mikroalga *Scenedesmus dimorphus* termasuk ke dalam kelas *Chlorophyceae* yang mengandung senyawa yang berpotensi sebagai antioksidan. Pada penelitian ini dilakukan penentuan aktivitas antioksidan terhadap ekstrak metanol *Scenedesmus dimorphus* yang dikultivasi pada medium BBM dengan penambahan garam NaCl 10 g/L, 12,5 g/L, 15 g/L medium. *Scenedesmus dimorphus* yang memberikan aktivitas antioksidan tertinggi ditumbuhkan kembali, penambahan NaCl dilakukan setelah kultivasi 3, 6, dan 9 hari. Aktivitas antioksidan ditentukan dengan metode DPPH (*1,1-diphenyl-2-picrylhydrazil*). Hasil uji menunjukkan *Scenedesmus dimorphus* yang tumbuh pada medium BBM yang ditambahkan NaCl 15 g/L medium memberikan aktivitas antioksidan paling tinggi dengan inhibisi terhadap DPPH 13,71%, biomassa yang diperoleh paling rendah yaitu 0,1914 g dalam 500 mL medium. Mikroalga ini dapat bertahan hidup dengan penambahan garam yang dikultivasi pada hari ke 3, 6 dan 9. Pada penambahan NaCl 15 g/L pada hari ke 9 terjadi peningkatan aktivitas antioksidan mencapai 26,82% dengan nilai IC₅₀ 183,63 mg/L dan berat biomassa 0,2568 g dalam 500 mL medium. Kandungan fenolik total juga meningkat dengan penambahan NaCl pada hari ke 9 diperoleh 70,10 mg GAE/g ekstrak.

Kata kunci : *Scenedesmus dimorphus*, antioksidan, stress NaCl, fenolik total

1. Pendahuluan

Zaman semakin berkembang dari waktu ke waktu, sehingga banyak hal positif yang dapat dinikmati oleh manusia. Namun, tidak hanya efek positif yang dapat dinikmati, melainkan juga ada efek negative seperti meningkatnya berbagai macam penyakit kronis karena adanya sel-sel mutan yang ada di dalam tubuh. Sel mutan tersebut terbentuk karena adanya radikal bebas dalam tubuh. Radikal bebas merupakan atom atau molekul yang tidak mempunyai elektron berpasangan pada orbital terluarnya, yang akan bereaksi dengan atom lain untuk mencapai kestabilan, sehingga akan menghasilkan reaksi yang berlangsung secara terus menerus dan akan merusak sel-sel penting dalam tubuh. Cara yang dapat ditempuh selain melakukan olahraga adalah dengan penggunaan antioksidan¹.

Antioksidan merupakan senyawa yang dapat menangkal radikal bebas dengan cara mendonorkan elektronnya atau disebut dengan reduktan. Dengan keberadaan antioksidan tubuh dapat terlindungi dari berbagai penyakit degeneratif dan kanker. Sumber antioksidan dapat berasal dari

tanaman, bakteri dan mikroalga. Mikroalga merupakan salah satu fitoplankton yang paling menarik karena memiliki manfaat yang begitu banyak bagi kehidupan umat manusia. Mikroalga memiliki komponen aktif yang bermanfaat sebagai antioksidan, selain itu mikroalga dapat dimanfaatkan dalam bidang industri pangan, kosmetik dan farmasi. Salah satu spesies mikroalga yang memiliki aktivitas antioksidan adalah dari golongan *Chlorophyta*, yaitu *Scenedesmus dimorphus*. Mikroalga *Scenedesmus dimorphus* memiliki senyawa aktif karotenoid, riboflavin, dan fenol yang dapat digunakan sebagai antioksidan².

Sehubungan dengan semakin maraknya penyakit kronis yang diakibatkan oleh tingginya radikal bebas didalam tubuh, semakin banyak pula permintaan untuk mengembangkan manfaat dari mikroalga, maka untuk itu dilakukan kultivasi untuk memperbanyak biomassa mikroalga. Dalam proses kultivasi akan ada faktor lingkungan yang mempengaruhi proses pertumbuhan dari mikroalga, diantaranya suhu, salinitas dan cahaya. Salinitas yang tinggi dapat memberikan pengaruh terhadap

pertumbuhan mikroalga karena salinitas pada media kultur didominasi oleh Na^+ dan Cl^- yang dapat mengganggu keseimbangan osmotik antara bagian dalam sel dengan lingkungan luarnya. Semakin meningkatnya konsentrasi garam maka akan meningkat juga konsentrasi spesies oksigen reaktif (ROS) sehingga akan menyebabkan stres oksidatif. Untuk melindungi diri dari stres oksidatif sel mikroalga akan mengeluarkan senyawa antioksidan untuk mempertahankan kelangsungan hidupnya^{2,3}.

Berdasarkan alasan-alasan tersebut maka dilakukan penelitian tentang pengaruh stres garam NaCl terhadap pertumbuhan dan aktivitas antioksidan dari mikroalga *Scenedesmus dimorphus* yang dikultivasi dalam medium Bold Basal (BBM) yang ditambahkan NaCl. Ekstraksi komponen aktif dari mikroalga *Scenedesmus dimorphus* dilakukan dengan metode maserasi menggunakan pelarut metanol dan diuji aktivitas antioksidannya dengan metode DPPH.

2. Metodologi Penelitian

2.1 Bahan Kimia

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu mikroalga *Scenedesmus dimorphus* yang diperoleh dari stok yang sudah berada di laboratorium biokimia, medium BBM, NaCl, metanol, asam galat, Na_2CO_3 , reagen Folin-Ciocalteu, reagen 1,1 diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) serta bahan penunjang lainnya.

2.2 Peralatan

Peralatan yang digunakan tabung kultur, pompa aquarium, selang (diameter 10 mm), autoclave, sentrifuge (Health H-C-12), neraca analitik (Kern ABJ220-4M), spektrofotometer uv-vis (Genesys 20), dan peralatan gelas lainnya.

2.3 Prosedur Penelitian

2.3.1 Kultivasi Mikroalga *S.dimorphus* pada medium BBM dengan penambahan NaCl

Biakan *S.dimorphus* dikultur dalam stoples

bervolume 500 mL yang telah berisi medium BBM dengan penambahan konsentrasi NaCl yang berbeda yaitu Kontrol (BBM tanpa penambahan garam) ; (BBM + NaCl 10 g/L medium) ; (BBM + NaCl 12,5 g/L medium) ; (BBM + NaCl 15 g/L medium). Kemudian diamati pertumbuhan dan diukur aktivitas antioksidannya. Pengamatan terhadap fase pertumbuhan *S.dimorphus* dilakukan setiap 2 hari sekali. Diukur kepadatan sel nya (Optical Density) dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 680 nm⁴.

2.3.2 Kultivasi *S.dimorphus* pada medium BBM dengan penambahan NaCl pada waktu yang berbeda

S.dimorphus yang memberikan aktivitas antioksidan tertinggi di kultur kembali pada medium BBM dan di tambahkan NaCl pada hari ke 3, 6, dan 9 sebanyak 15 g/L. Biomassa mikroalga dipanen pada fase stasioner dengan cara di sentrifuge dengan kecepatan 3000 gravitasi selama 10 menit pada suhu ruang. Kemudian dikering anginkan untuk memperoleh biomasa kering^{4,5}.

2.3.3 Persiapan Ekstrak Mikroalga

Biomassa kering *S.dimorphus* digerus hingga halus, kemudian direndam pada metanol dengan perbandingan 1:5 selama 2 hari ditempatkan dalam kondisi gelap. Untuk mendapatkan filtrat yang pekat dilakukan sentrifuge hingga filtrat yang dihasilkan pucat. Filtrat yang didapatkan di kering anginkan sehingga didapatkan ekstrak kering metanol *S.dimorphus*².

2.3.4 Uji Aktivitas Antioksidan

Pengujian aktivitas antioksidan dilakukan terhadap ekstrak metanol mikroalga *S.dimorphus* dari masing-masing perlakuan penambahan NaCl dengan metode DPPH, dengan cara menambahkan 2 mL DPPH 0,1 mM ke dalam 2 mL masing-masing larutan ekstrak yang telah disiapkan. Campuran didiamkan selama 30 menit, kemudian diukur absorbansi larutan uji, kontrol positif dan kontrol negatif pada panjang gelombang 517 nm. Penentuan persentase inhibisi masing-masing ekstrak dihitung dengan menggunakan rumus⁶.

$$\% \text{ inhibisi} = \frac{Ac-A}{Ac} \times 100\%$$

Keterangan:

Ac = nilai absorbansi kontrol

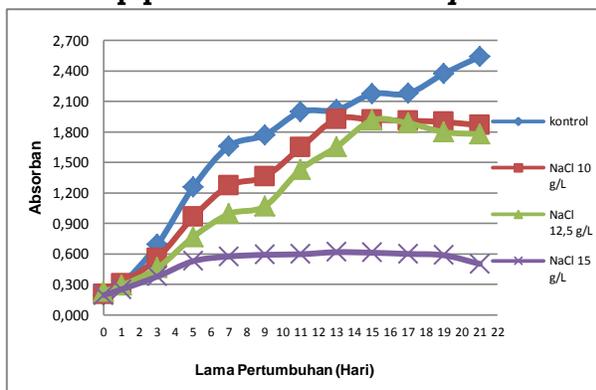
A = nilai absorbansi sampel

2.3.5 Penentuan Kandungan Fenolik Total

Penentuan kandungan fenolik total dilakukan dengan metode *Folin-Ciocalteu* pada masing-masing perlakuan penambahan NaCl hari ke 3, 6, dan 9. Sampel diambil 0,5 mL dan dimasukkan ke dalam labu ukur 10 mL kemudian di tambahkan dengan 0,5 mL reagen Folin-Ciocalteu dan di diamkan selama 5 menit. Kemudian di tambahkan 1 mL larutan natrium karbonat 20% dan diencerkan dengan akuades sampai tanda batas. Campuran di diamkan selama dua jam, kemudian di ukur absorbansi pada panjang gelombang 765 nm.

3. Hasil dan Diskusi

3.1 Pengaruh variasi penambahan NaCl terhadap pertumbuhan *S.dimorphus*



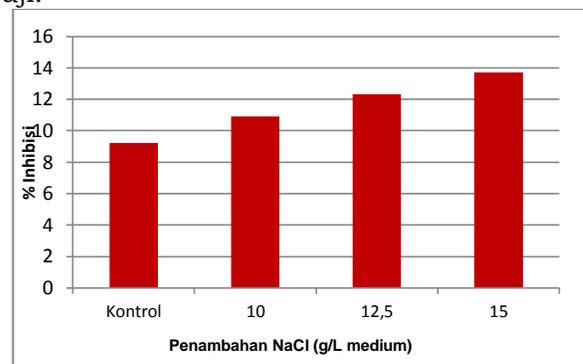
Gambar 1. Kurva Pertumbuhan *S. dimorphus* pada Medium Salinitas Berbeda

Pada gambar 1 dapat dilihat perbedaan pertumbuhan mikroalga *S. dimorphus* dari masing-masing perlakuan. Penambahan garam pada medium kultur dapat menekan proses pertumbuhan sel mikroalga, sehingga pertumbuhan mikroalga menjadi lambat karena terhambatnya pembesaran dan pembelahan sel. Terhambatnya pertumbuhan sel mikroalga ini disebabkan karena konsentrasi garam yang sangat tinggi mengakibatkan terjadinya stres garam. Penelitian yang telah dilakukan oleh Ji Xiang

et al. (2018) terhadap mikroalga *Scenedesmus Obliquus* XJ002 dengan penambahan NaCl kedalam medium tumbuh dari 0,01 M sampai 0,2 M didapatkan pertumbuhan mikroalga menurun seiring bertambahnya konsentrasi NaCl. Menurutnya Stres NaCl dapat merusak *oxygen evolving complex* (OEC) dan photosystem II serta mengganggu proses transport elektron^{7,8}.

3.2 Aktivitas Antioksidan *S. dimorphus* pada medium dengan variasi penambahan NaCl

Untuk pengujian antioksidan pada mikroalga digunakan metode DPPH. Metode ini didasarkan pada perubahan warna radikal DPPH. Perubahan warna tersebut disebabkan oleh reaksi antara radikal bebas DPPH dengan satu atom hidrogen yang dilepaskan oleh senyawa yang terkandung dalam bahan uji.

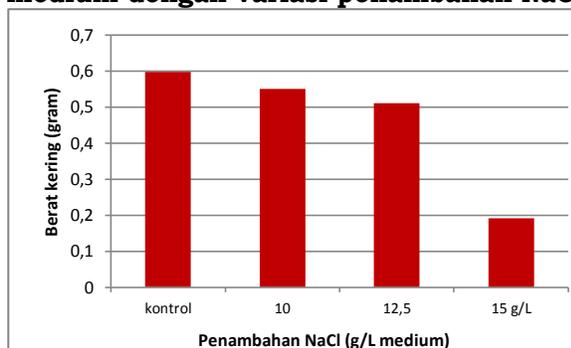


Gambar 2. Persen Inhibisi ekstrak *S. dimorphus* yang dikultivasi pada variasi garam

Pada gambar 2 dapat dilihat bahwa persen inhibisi yang paling tinggi terdapat pada perlakuan penambahan garam sebanyak 15 g/L. Semakin tinggi konsentrasi garam dalam suatu medium maka semakin kuat pula sel mikroalga mengalami stres, sehingga tekanan osmotik dan *Reactive Oxygen Species (ROS)* meningkat, yang akan memicu kerusakan oksidatif pada sel. Untuk melindungi dan mempertahankan kelangsungan hidupnya sel mikroalga akan mensintesis senyawa antioksidan lebih banyak yang dapat menangkal radikal bebas. Singh et al (2016) melaporkan dengan meningkatnya konsentrasi NaCl dalam medium tumbuh mikroalga *D. Salina* maka akan terjadi peningkatan biosintesis karoten sebagai

antioksidan⁹.

3.3 Penentuan berat kering sel *S.dimorphus* yang ditumbuhkan pada medium dengan variasi penambahan NaCl



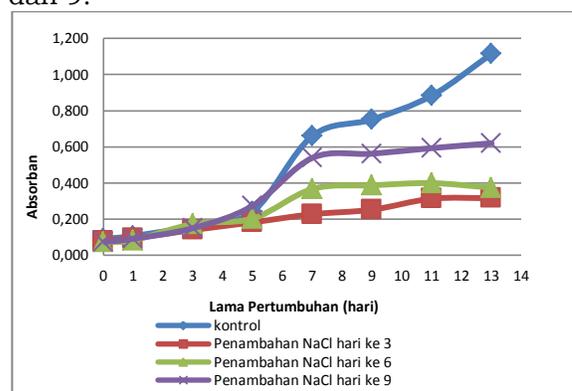
Gambar 3. Grafik berat kering sel *S.dimorphus* pada medium dengan variasi penambahan NaCl

Pada gambar 3 terlihat bahwa berat kering sel mikroalga yang paling rendah terdapat pada penambahan garam 15 g/L. dikarenakan stres garam menyebabkan pertumbuhan sel mikroalga menjadi terhambat, pembelahan sel melambat dan dapat menurunkan aktivitas fotosintesis. Sehingga seiring bertambahnya kadar garam dalam medium kultur, biomassa yang dihasilkan juga menurun. Sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Pancha et al (2015) pada mikroalga *Scenedesmus sp.* CCNM 107, kenaikan konsentrasi garam dalam medium tumbuh dari 25 mM sampai 200 mM menghasilkan biomassa paling rendah pada penambahan konsentrasi garam paling tinggi yaitu pada konsentrasi 200 mM. Imron et al (2016) mengatakan, ketika sel berada pada media dengan kadar garam yang tinggi, sel akan kesulitan untuk menarik air dan nutrisi dari medium tumbuhnya dan hanya bisa menarik ion. Jika terus berlanjut sel akan kelebihan ion yang berakibat toksik pada sel, sehingga pertumbuhannya terhambat dan dapat menyebabkan kematian. Saat pertumbuhan terhambat maka biomassa yang dihasilkan juga akan menurun^{4,10}

3.4 Pengaruh penambahan NaCl pada waktu yang berbeda terhadap pertumbuhan *S.dimorphus*

Pada perlakuan ini *S.dimorphus* yang sudah di kultivasi pada medium BBM dengan

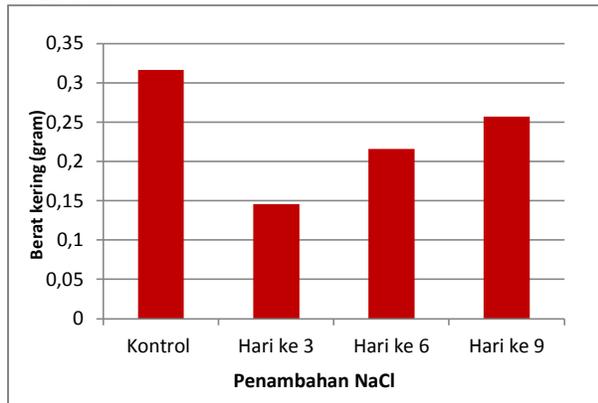
penambahan NaCl 15 g/L, dikultivasi kembali pada medium BBM, dengan penambahan NaCl 15 g/L pada hari ke 3, 6 dan 9.



Gambar 4. Kurva pertumbuhan *S.dimorphus*

Secara keseluruhan dengan masing-masing perlakuan dapat di lihat pada hari ke 3, *S.dimorphus* mulai memasuki fasa eksponensial, hari ke 6 *S.dimorphus* berada pada fasa eksponensial dan pada hari ke 9 masih dalam fasa eksponensial menuju fasa stasioner. Penambahan NaCl pada hari ke 3, 6 dan 9, terlihat mikroalga masih mengalami pertumbuhan sel dan mampu untuk mempertahankan kelangsungan hidup. Hal ini disebabkan karena *S.dimorphus* yang digunakan adalah *S.dimorphus* yang telah dikultivasi terlebih dahulu dalam medium yang berisi NaCl. Ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Pancha et al (2015) mikroalga yang telah dikultivasi pada konsentrasi garam 200 mM dikultivasi kembali pada medium dengan penambahan konsentrasi garam yang sama, masih bisa bertahan hidup. Menurutnya mikroalga mampu mempertahankan hidup pada kadar garam yang tinggi karena mikroalga menghasilkan enzim antioksidatif dan senyawa antioksidan. Mikroalga juga menghasilkan proline yang dapat menyeimbangkan pH, kadar air didalam sel dan melindungi sel dari stres salinitas, dengan adanya proline mikroalga dapat tumbuh dengan baik walaupun dalam keadaan yang ekstrim⁴.

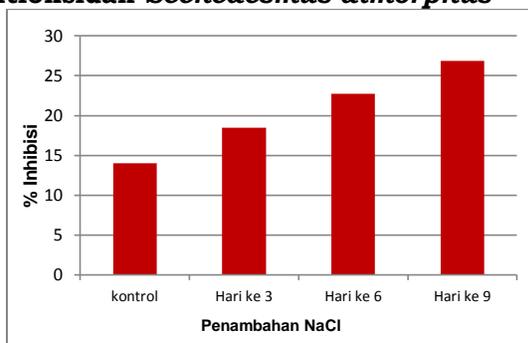
3.5 Kurva berat kering *S.dimorphus* dengan penambahan NaCl pada waktu yang berbeda



Gambar 5. Kurva berat kering *S.dimorphus*

Pada perlakuan penambahan garam hari ke 6 dan ke 9, kelihatan peningkatan berat kering sel. Pada penambahan garam hari ke 3, sel mikroalga masih berada pada fase lag, dan disaat ditambahkan garam pertumbuhan sel mikroalga menjadi lambat, sehingga biomassa yang dihasilkan sedikit karena kepadatan sel nya berkurang. Sedangkan pada hari ke 9, sel mikroalga sudah mengalami pertumbuhan yang cepat baru diberi penambahan garam, sehingga biomassa yang dihasilkan lebih banyak. Ji Xiang et al. (2018) melaporkan stres NaCl dapat mengganggu keseimbangan ion, mengurangi penyerapan air dan nutrisi, mengganggu proses fotosintesis sel mikroalga sehingga pertumbuhan dan perkembangan sel terhambat⁷.

3.6 Pengaruh penambahan NaCl pada waktu berbeda terhadap aktivitas antioksidan *Scenedesmus dimorphus*



Gambar 6. Persen (%) inhibisi ekstrak *S.dimorphus* dengan penambahan NaCl pada hari berbeda
 Pada gambar 6. terlihat persen hambatan terhadap radikal bebas yang paling tinggi

terdapat pada perlakuan penambahan garam pada hari ke 9. Pada saat penambahan garam pada hari ke 9, sel mikroalga berada pada fasa eksponensial menuju fasa stasioner. Fasa stasioner merupakan fasa dimana sel mikroalga menghasilkan metabolit sekunder, dengan diberikannya penambahan garam maka sel mikroalga mengalami stres garam, mengakibatkan sel mikroalga akan mengeluarkan metabolit sekunder yang bersifat antioksidan lebih banyak untuk melindungi diri dari tekanan oksidatif, sehingga dengan meningkatnya produksi senyawa antioksidan maka persen (%) inhibisi besar. Singh et al (2014) melaporkan peningkatan aktivitas antioksidan mikroalga pada kondisi stres NaCl terjadi karena adanya peningkatan senyawa-senyawa metabolit sekunder seperti polifenol, flavonoid, dan karotenoid. Selain itu, Azim et al (2017) juga melaporkan dengan meningkatnya konsentrasi NaCl pada lingkungan pertumbuhan mikroalga akan meningkatkan kandungan total fenolik di dalam sel mikroalga^{11,12,13}. Ekstrak pada hari ke 9 diuji aktivitas antioksidannya berdasarkan konsentrasi penghambatan radikal bebas 50% (IC₅₀). Digunakan asam askorbat sebagai kontrol positif dan dibuat variasi konsentrasi. Untuk nilai IC₅₀ dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1 Nilai konsentrasi inhibisi (IC₅₀)

Ekstrak	Konsentrasi (mg/L)	Absorban	% Inhibisi	IC ₅₀ (mg/L)
Ekstrak metanol	12,5	0,543	13,80	
	25	0,510	19,00	
	50	0,442	29,84	183,63
	100	0,402	36,19	
	200	0,302	51,26	
Asam askorbat	1,5625	0,530	10,62	
	3,125	0,475	21,75	
	6,25	0,412	30,52	11,986
	12,5	0,269	54,64	
	25	0,041	93,08	

Berdasarkan nilai IC₅₀ yang diperoleh, dapat dikatakan bahwa ekstrak metanol *S.dimorphus* dengan perlakuan penambahan

garam pada hari ke 9 memiliki aktivitas antioksidan yang lemah atau sedang, karena nilai IC_{50} berkisar antara 101-250 mg/L. digolongkan kuat jika nilai IC_{50} berkisar antara 50-100 mg/L, sangat lemah jika nilai IC_{50} berkisar antara 251-500.

3.7 Pengaruh Penambahan NaCl pada waktu berbeda terhadap kandungan total fenolik

Pada penentuan kadar senyawa fenolik total dari *S.dimorphus* digunakan asam galat sebagai larutan standar. Kandungan fenolik total dari ekstrak mikroalga *S.dimorphus* dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kandungan total fenolik ekstrak metanol *S.dimorphus* dengan penambahan NaCl pada hari berbeda

Penambahan NaCl	mg GAE/g ekstrak
Kontrol	50,48
Hari ke 3	57,45
Hari ke 6	60,63
Hari ke 9	70,10

Dari tabel 2 dapat dilihat bahwa total fenolik tertinggi pada kultivasi *S.dimorphus* dengan perlakuan penambahan garam pada hari ke 9 yaitu 70,10 mg GAE/g ekstrak. Penambahan garam pada hari ke 9 dapat memicu sel mikroalga mengeluarkan metabolit sekunder senyawa fenolik lebih banyak, karena pada hari ke 9 pertumbuhan *Scenedesmus dimorphus* lebih mendekati fasa stasioner di dibandingkan dengan hari ke 3 dan hari ke 6. Besarnya kandungan senyawa fenolik dalam suatu ekstrak sangat berpengaruh terhadap uji aktivitas antioksidan¹⁴.

4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa seiring dengan semakin banyaknya kadar NaCl dalam medium pertumbuhan mikroalga *Scenedesmus dimorphus* semakin menurun dan aktivitas antioksidan semakin tinggi. Dari perlakuan variasi penambahan NaCl didapatkan peningkatan aktivitas antioksidan paling banyak pada penambahan NaCl 15 g/L medium dengan metode DPPH

dan memiliki berat kering sel paling rendah. *Scenedesmus dimorphus* bertahan hidup dalam medium BBM yang ditambahkan NaCl 15 g/L, ditumbuhkan kembali dengan penambahan NaCl 15 g/L pada waktu yang berbeda, hari ke 3, 6 dan ke 9. Penambahan NaCl 15 g/L pada hari ke 9 menghasilkan aktivitas antioksidan dan berat kering sel paling tinggi. Ekstrak metanol *Scenedesmus dimorphus* memiliki aktivitas antioksidan tergolong sedang dengan nilai inhibisi IC_{50} 183,63% mg/L. Kandungan fenolik total ekstrak *Scenedesmus dimorphus* mengalami peningkatan pada perlakuan penambahan NaCl hari ke 9 diperoleh 70,10 mg GAE/ g ekstrak.

DAFTAR PUSTAKA

1. Tristantini, Dewi; Ismawati, Alifah; Pradana, Bhayangkara Tegar; Jonathan, Jason Gabriel. Pengujian Aktivitas Antioksidan Menggunakan Metode DPPH pada Daun Tanjung (*Minusops elengi L*). *Pengembangan Teknologi Kimia untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia*. Yogyakarta. 2016.
2. Rafaelina, Monika; Rustam, Yoswita; Amini, Sri. Pertumbuhan dan Aktivitas Antioksidan dari Mikroalga *Porphyridium cruentum* dan *Chlorella sp*. *Bioma*. 2016 : 12(1).
3. Shalaby, E.A.; Shanab, S.M.M.; Singh, V. Salt Stress Enhancement of Antioxidant and Antiviral Efficiency of *Spirulina plantesis*. *Journal of Medicinal Plant Research*. 2010, 4(24), 2622-2632.
4. Pancha, I.; Chokshi, K.; Maurya, R.; Trivedi, K.; Patidar, S.K.; Ghosh, A.; Mishra, S. Salinity Induced Oxidative Stress Enhanced Biofuel Production Potential of Microalgae *Scenedesmus sp*. *CCNM 1077. Bioresource Technology*. 2015, 189, 341-348.
5. Zainuddin, Muhammad; Raharjo, Sugeng; Boikh, Lebrina Ivantry. Analisis Korelasi Pertumbuhan, Biopigmen dan Antioksidan Ekstrak Polar *Dunaliella Salina* Pada Kultur Bersalinitas Berbeda. *Jurnal Enggano*. 2017: 2(2). 170-184.

6. Ji, X.; Cheng, J.; Gong, D.; Zhao, X.; Qi, Y.; Su, Y.; Ma, W. The effect of NaCl Stress on Photosynthetic Efficiency and Lipid Production in Freshwater Microalga *Scenedesmus obliquus* XJ002. *Science of The Total Environment*. 2018, 633, 593-599.
7. Chokshi, K.; Paancha, I.; Ghosh, A.; Mishra, S. Salinity Induced Oxidative Stress Alters the Physiological Responses and Improves the Biofuel Potential of Green Microalgae *Acutodesmus dimorphus*. *Bioresource Technology*. 2017, 244, 1376-1383.
8. Singh, P.; Baranwal, M.; Reddy, S.M. Antioxidant and Cytotoxic Activity of Carotenes Produced by *Dunaliella Salina* Under Stress. *Pharmaceutical Biology*. 2016.
9. Imron, M.H.; Sudarno; Masithah, E.D. Pengaruh Salinitas Terhadap Kandungan Lutein Pada Mikroalga *Botryococcus braunii*. *Journal of Marine and Coastal Science*. 2016. 5(1).
10. Singh, P.D.; Prabha, R.; Meena, K.K.; Sharma, L. Sharma, A.K. Induced Accumulation of Polyphenolics and Flavonoids in Cyanobacteria Under Salt Stress Protects Organisms Through Enhanced Antioxidant Activity. 2014, 5, 726-735.
11. Azim, N.H.; Subkj, A.; Yusof, Z.N.B. Abiotic Stresses Induce Total Phenolic, Total Flavonoid and Antioxidant Properties in Malaysian Indigenous Microalgae and Cyanobacterium. 2018, 14(1), 25-33.
12. Fithriani, D.; Amini, S.; Melanie, S.; Susilowati, R. Uji Fitokimia, Kandungan Total Fenol dan Aktivitas Antioksidan Mikroalga *Spirulina sp.*, *Chlorella sp.*, dan *Nannochloropsis sp.* *JPB Kelautan dan Perikanan*. 2015, 10(2), 101-109