

JURNAL KIMIA UNAND

ISSN No. 2303-3401

Volume 9 Nomor 3

Agustus, 2020

*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. KANDUNGAN FENOLIK TOTAL, AKTIVITAS ANTIOKSIDAN DAN SITOTOKSIK DARI EKSTRAK DAUN DAN KULIT BATANG JAMBU AIR (<i>Syzygium aqueum</i> (Burm.f) Alston) KULTIVAR PUTIH Afrizal, Mai Efdi, Hari Prabowo, Venia Wahyuni	1-9
2. UJI AKTIVITAS ANTI AGING SEDIAAN KRIM BERBAHAN AKTIF CAMPURAN EKSTRAK <i>Spirulina platensis</i> DAN VCO (<i>Virgin Coconut Oil</i>) Sumaryati Syukur, Armaini, Mahkfira Ramadhanti	10-25
3. CAMPURAN KARBON AKTIF DARI AMPAS KOPI DAN KULIT KACANG TANAH SEBAGAI ELEKTRODA SUPERKAPASITOR Olly Norita Tetra, Hermansyah Aziz, Ilman Gilang Perkasa SM	26-32
4. PENGARUH POLISAKARIDA DARI MIKROALGA <i>Scenedesmus dimorphus</i> SEBAGAI ANTIOKSIDAN UNTUK MENCEGAH PENUAAN DINI PADA MENCIT PUTIH (<i>Mus musculus</i>) Armaini, Abdi Dharma, Rusda Selvia	33-39
5. PEMANFAATAN FLY ASH BATUBARA SEBAGAI PENYERAP ION Pb(II) DI PT. RAPP PANGKALAN KERINCI Yulizar Yusuf, Nurul Handayani, Deswati	40-44

KANDUNGAN FENOLIK TOTAL, AKTIVITAS ANTIOKSIDAN DAN SITOTOKSIK DARI EKSTRAK DAUN DAN KULIT BATANG JAMBU AIR (*Syzygium aqueum* (Burm.f) Alston) KULTIVAR PUTIH

Afrizal*, Mai Efdi, Hari Prabowo, Venia Wahyuni

Laboratorium Kimia Organik Bahan Alam, Jurusan Kimia FMIPA, Universitas Andalas
Kampus Limau Manis, Padang, 25163, Indonesia
*E-mail: afrizalitam@yahoo.com

Abstrak: Tumbuhan jambu air (*Syzygium aqueum* (Burm.f) Alston) adalah salah satu tumbuhan yang banyak tersebar di Indonesia dan digunakan sebagai obat tradisional untuk mengobati penyakit diare, demam, asma, dan diabetes mellitus. Berdasarkan penelitian sebelumnya, diketahui bahwa tumbuhan jambu air mengandung senyawa metabolit sekunder berupa flavonoid, fenolik, triterpenoid, dan steroid serta memiliki aktivitas antioksidan dan sitotoksik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan fenolik total dengan metode *Follin-Ciocalteu*, aktivitas antioksidan dengan metode DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil), sitotoksik dengan metode BSLT (*Brine Shrimp Lethality Test*), serta hubungan antara fenolik total dengan aktivitas antioksidan dari ekstrak daun dan kulit batang jambu air putih. Proses ekstraksi menggunakan metode maserasi. Hasil penelitian yang telah dilakukan, didapatkan bahwa kandungan fenolik tertinggi yang terkandung didalam ekstrak daun dan kulit batang terdapat pada ekstrak metanol dengan nilai berturut-turut 4,6405 mg GAE/10 mg ekstrak dan 4,5214 mg GAE/10 mg ekstrak. Aktivitas antioksidan dari ekstrak daun dan kulit batang pada ekstrak metanol didapatkan nilai IC_{50} sebesar 19,08 mg/L dan 13,09 mg/L, ekstrak etil asetat sebesar 69,74 mg/L dan 17,26 mg/L, dan ekstrak heksana dari kulit batang sebesar 233,95 mg/L sedangkan dari ekstrak daun tidak memiliki aktivitas antioksidan. Pengujian aktivitas sitotoksik dari ekstrak daun dan kulit batang menunjukkan bahwa ketiga ekstrak bersifat toksik, dengan nilai LC_{50} dari ekstrak metanol, etil asetat, dan heksana berturut-turut sebesar 353,18 mg/L; 51,99 mg/L; dan 206,06 mg/L untuk ekstrak daun, sedangkan 685,49 mg/L; 338,06 mg/L; dan 294,44 mg/L untuk kulit batang. Aktivitas antioksidan yang terdapat didalam ekstrak daun dan kulit batang dipengaruhi oleh kandungan fenolik total. Semakin tinggi kandungan fenolik total dari suatu ekstrak, maka aktivitas antioksidan semakin kuat yang ditandai dengan nilai IC_{50} yang kecil.

Kata kunci : *Syzygium aqueum*, antioksidan, fenolik total, sitotoksik

1. Pendahuluan

Jambu air merupakan tumbuhan yang termasuk ke dalam famili Myrtaceae yang banyak terdapat di Asia Tenggara. Tumbuhan ini dapat tumbuh hingga 7 meter, memiliki batang yang kokoh, memiliki daun berbentuk bundar agak panjang dengan ujung yang runcing, dan memiliki cabang ranting yang menyebar ke segala arah [1].

Bagian dari jambu air seperti kulit batang, biji, dan daunnya secara umum memiliki khasiat sebagai anti diare, mengobati asma, menurunkan demam, melancarkan pencernaan, mengobati diabetes, kolesterol, dan bahkan kanker payudara[2].

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa tumbuhan jambu air memiliki kandungan flavonoid, fenolik, terpenoid, steroid, dan tannin [3]. Kandungan senyawa metabolit sekunder yang terdapat didalam tumbuhan jambu air menyebabkan tumbuhan jambu air memiliki bioaktivitas

antioksidan, anti-diabetes, serta anti-inflamasi [4,5].

Antioksidan adalah senyawa kimia penyumbang elektron atau senyawa kimia yang dapat memberikan satu atau lebih elektron kepada radikal bebas, sehingga radikal bebas tersebut dapat diredam. Senyawa antioksidan ini nantinya akan menghambat atau memperlambat kerusakan akibat proses oksidasi dalam tubuh dengan cara melengkapi kekurangan elektron yang dimiliki radikal bebas [6,7,8]. Pengujian aktivitas antioksidan dapat dilakukan dengan banyak cara. Salah satu metode pengukuran aktivitas antioksidan yang umum digunakan adalah melalui penangkapan radikal bebas (*free radical scavenging*) menggunakan senyawa radikal 2,2-difenil-1-pikrihidrazil atau dikenal dengan DPPH [9]. Prinsip yang digunakan dalam metode DPPH ini adalah mengukur absorbansi dari radikal bebas DPPH sisa yang telah bereaksi dengan senyawa antioksidan dengan menggunakan spektrofotometer UV-

Vis, data absorban kemudian dihitung menjadi nilai IC_{50} . Nilai IC_{50} menunjukkan nilai kemampuan suatu senyawa untuk dapat menghambat pembentukan radikal bebas sebanyak 50% [10,11].

Senyawa fenolik memiliki aktivitas antioksidan karena kemampuannya untuk menangkal radikal bebas. Fenolik berperan penting dalam uji aktivitas antioksidan karena fenolik memiliki gugus hidroksil pada struktur molekulnya. Apabila suatu senyawa fenolik memiliki banyak gugus hidroksil maka aktivitas antioksidannya akan semakin baik [12,13,14]. Total fenolik yang terkandung didalam suatu ekstrak dapat ditentukan dengan metode Follin-Ciocalteu. Penentuan dengan metode ini dilakukan menggunakan reagen Follin. Reagen ini akan mengoksidasi gugus hidroksil dari senyawa golongan fenol. Senyawa fenol yang ada dalam sampel akan mereduksi fosfomolibdat fosfotungstat dalam reagen tersebut membentuk molybdenum yang berwarna biru. Analisis dilakukan dengan melihat serapan sampel menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 765 nm [15].

Pengujian sitotoksik adalah uji toksisitas suatu senyawa terhadap sel secara *in vitro* yang dapat digunakan untuk menandakan adanya aktivitas antikanker didalam suatu senyawa [16]. Salah satu metode yang dapat digunakan dalam pengujian sitotoksitas adalah *Brine Shrimp Lethality test* (BSLT). Metode ini menggunakan larva udang *Artemia salina* sebagai bahan uji. Metode ini telah terbukti memiliki korelasi dengan aktivitas antikanker. Selain itu, metode ini juga mudah dikerjakan, murah, cepat, dan cukup akurat [17,18]. Hasil dari pengukuran ini dihitung sebagai nilai LC_{50} . Nilai ini menyatakan jumlah dosis atau konsentrasi ekstrak uji yang dapat menyebabkan kematian larva udang sebesar 50% setelah masa inkubasi selama 24 jam. Senyawa dengan nilai LC_{50} kecil dari 1000 mg/L dapat dianggap sebagai senyawa aktif [19].

2. Metodologi Penelitian

2.1 Alat

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini yaitu *rotary evaporator*, alat gerinda, botol spektrofotometer berwarna gelap, neraca analitik, plat KLT, pipa kapiler, tabung reaksi, Vis *Thermo Scientific*, seperangkat alat destilasi, dan peralatan gelas yang lazim digunakan dalam penelitian kimia.

2.2 Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu heksana, etil asetat, dan metanol (sebagai pelarut) yang telah didistilasi. Bahan yang digunakan untuk uji fitokimia yaitu kloroform, pereaksi *Mayer*, asam sulfat 2N, kloroform-ammoniak 0,05 M untuk identifikasi alkaloid, pereaksi *Liebermann Burchad* (anhidrida asetat dan asam sulfat pekat) untuk identifikasi triterpenoid dan steroid, *sianidin test* (bubuk magnesium dan asam klorida pekat) untuk identifikasi flavonoid, besi (III) klorida untuk identifikasi fenolik, natrium hidroksida untuk identifikasi kumarin, DPPH dan asam askorbat untuk uji antioksidan, air laut, larva udang, dan DMSO untuk uji sitotoksik, natrium karbonat 20%, reagen *Follin-Ciocalteu*, asam galat, dan akuades untuk uji kandungan total fenolik, kertas saring, dan alumunium foil.

2.3 Tahapan Penelitian

2.3.1 Preparasi dan Identifikasi Sampel

Sampel daun dan kulit batang jambu air putih diambil di Limau Manis, Kota Padang. Sampel kemudian diidentifikasi di Herbarium Universitas Andalas. Sampel dikering anginkan pada suhu ruang untuk mengurangi kadar air yang terdapat didalam sampel. Sampel yang telah kering dihaluskan dan diperoleh sampel halus.

2.3.2 Pengujian Profil Fitokimia

Sebanyak 5 gram sampel di maserasi menggunakan metanol masing-masing sebanyak 100 mL dan dipanaskan selama 5 menit. Kemudian, hasil maserasi disaring dan diambil filtratnya. Filtrat kemudian ditambahkan kloroform dan air dengan perbandingan 1:1, lalu dibiarkan sehingga membentuk dua lapisan. Lapisan atas (lapisan air) digunakan untuk pengujian flavonoid, saponin, fenolik, dan kumarin. Lapisan bawah (lapisan kloroform) digunakan untuk pengujian triterpenoid dan steroid.

a. Uji Flavonoid (*Sianidin Test*)

Lapisan air diambil sebanyak 1 mL dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi, kemudian ditambahkan 1 mL asam klorida pekat dan serbuk magnesium. Terbentuknya warna orange hingga merah mengindikasikan adanya flavonoid.

b. Uji Fenolik

Lapisan air diambil sebanyak 1 mL dan dimasukkan kedalam tabung reaksi lalu ditambahkan 1 mL larutan besi (III) klorida 5%. Terbentuknya warna hijau sampai biru mengindikasikan adanya fenolik.

c. *Uji Saponin*

Lapisan air diambil sebanyak 1 mL dan dimasukkan kedalam tabung reaksi, lalu ditambahkan 1 mL air dan tabung reaksi dikocok kuat. Apabila terbentuk busa yang tidak hilang setelah penambahan beberapa tetes asam klorida pekat mengindikasikan adanya saponin.

d. *Uji Kumarin*

Filtrat diambil dan ditotolkan pada plat KLT menggunakan pipa kapiler. Elusi dilakukan menggunakan etil asetat. Plat KLT kemudian disemprot dengan NaOH 5% untuk meningkatkan intensitas fluoresensi. Adanya fluoresensi biru dibawah lampu UV 254 dan 365 nm menandakan adanya kumarin.

e. *Uji Triterpenoid dan Steroid*

Lapisan kloroform diambil sebanyak 1 mL dan diteteskan kedalam tiga lubang pada plat tetes kemudian dibiarkan kering. Lubang pertama dan kedua ditambahkan asam sulfat pekat dan anhidrida asetat (*Liebermann Burchard*). Lubang ketiga dijadikan pembanding. Apabila terbentuk cincin merah mengindikasikan adanya triterpenoid dan apabila terbentuk cincin hijau-biru mengindikasikan adanya steroid.

f. *Uji Alkaloid*

Sebanyak 2 gram sampel daun dan kulit batang diekstrak dengan menggunakan kloroform-amonia 0,05 M masing-masingnya sebanyak 10 mL, dan kemudian disaring. Masing-masing filtrat diambil sebanyak 2 mL kedalam tabung reaksi terpisah dan ditambahkan 2 mL asam sulfat 2 N, dan dibiarkan hingga terbentuk dua lapisan. Lapisan atas (lapisan asam) diambil masing-masing sebanyak 1 mL dan dimasukkan ke tabung reaksi lain. Kemudian ditambahkan reagen Mayer. Terbentuknya endapan putih atau larutan putih keruh menandakan adanya alkaloid.

2.3.3 *Ekstraksi Sampel*

Sampel yang telah dihaluskan, diekstrak dengan menggunakan metode maserasi. Maserasi dilakukan menggunakan pelarut yang berbeda didalam 3 botol berwarna gelap untuk masing-masing sampel. Pelarut yang digunakan adalah metanol, etil asetat, dan heksana. Untuk sampel halus daun ditimbang dan dimasukkan kedalam botol gelap masing-masingnya sebanyak 200 gram, sedangkan untuk sampel halus kulit batang ditimbang dan dimasukkan kedalam botol gelap masing-masing sebanyak 350 gram. Maserasi dilakukan selama 48 jam kemudian disaring dan dilakukan perendaman kembali.

Filtrat hasil maserasi kemudian dihilangkan pelarutnya menggunakan *rotary evaporator*, sehingga diperoleh ekstrak pekat dan disimpan didalam *freezer*. Ekstrak pekat dari daun dan kulit batang dengan pelarut yang berbeda digunakan untuk pengujian bioaktivitas.

2.3.4 *Penentuan Kandungan Fenolik Total dengan Metode Follin-Ciocalteu*

a. *Kurva Kalibrasi dari Larutan Standar*

Larutan standar yang digunakan adalah asam galat. Asam galat ditimbang sebanyak 10 mg dan dilarutkan dengan metanol didalam labu ukur 10 mL, sehingga diperoleh asam galat 1000 mg/L. Kemudian, dibuat variasi konsentrasi asam galat 10; 20; 40; 60; 80; dan 100 mg/L. sebanyak 0,5 mL diambil dari masing-masing konsentrasi dan dimasukkan kedalam labu ukur 10 mL. Kemudian ditambahkan 0,5 mL reagen Follin-Ciocalteu. Campuran didiamkan selama 5 menit lalu ditambahkan 1 mL larutan natrium karbonat 20% dan ditambahkan akuades hingga tanda batas. Larutan tersebut didiamkan selama 2 jam dan diukur absorban pada panjang gelombang 765 nm.

b. *Pembuatan Larutan Uji*

Masing-masing ekstrak ditimbang sebanyak 10 mg dan dilarutkan dengan metanol didalam labu ukur 10 mL sehingga didapatkan larutan induk dengan konsentrasi 1000 mg/L. Larutan induk 1000 mg/L kemudian diencerkan menjadi 100 mg/L. Larutan ekstrak 100 mg/L diambil sebanyak 0,5 mL dan dimasukkan kedalam labu ukur 10 mL, kemudian ditambahkan 0,5 mL reagen Follin-Ciocalteu. Campuran tersebut didiamkan selama 5 menit. Kemudian ditambahkan 1 mL larutan natrium karbonat 20% dan ditambahkan akuades hingga tanda batas. Masing-masing larutan didiamkan selama 2 jam dan diukur absorban pada panjang gelombang 765 nm. Kandungan fenolik total dinyatakan dalam *Gallic Acid Equivalent* (GAE).

2.3.5 *Pengujian Aktivitas Antioksidan dengan Metode DPPH*

a. *Pembuatan Larutan DPPH*

Sebanyak 4 mg DPPH dilarutkan didalam labu ukur 100 mL menggunakan metanol sampai tanda batas dan diperoleh larutan DPPH 0,1 mM.

b. Pembuatan dan Pengujian Larutan Kontrol

Asam askorbat digunakan sebagai kontrol positif. Sebanyak 5 mg asam askorbat dilarutkan didalam labu ukur 100 mL menggunakan metanol. Sehingga didapatkan asam askorbat 50 mg/L. kemudian dibuat variasi konsentrasi asam askorbat 3,125; 6,25; 10; 12,5; dan 20 mg/L. Sebanyak 2 mL asam askorbat dari masing-masing konsentrasi dimasukkan kedalam tabung reaksi dan ditambahkan masing-masing 3 mL DPPH 0,1 mM. Campuran didiamkan selama 30 menit setelah penambahan DPPH dan kemudian diukur absorban menggunakan spektrofotometer Vis pada panjang gelombang 517 nm.

Metanol digunakan sebagai kontrol negatif. Sebanyak 2 mL metanol ditambahkan dengan 3 mL DPPH dan dimasukkan kedalam tabung reaksi. Kemudian larutan diukur absorban pada panjang gelombang 517 nm.

c. Pembuatan dan Pengujian Larutan Uji

Larutan uji daun dibuat dengan cara melarutkan 10 mg ekstrak metanol dan etil asetat menggunakan metanol didalam labu ukur 100 mL, sehingga didapatkan konsentrasi larutan induk 100 mg/L. sedangkan untuk ekstrak heksana dilarutkan ekstrak sebanyak 50 mg dengan metanol, sehingga didapatkan konsentrasi larutan induk 1000 mg/L. Kemudian dibuat variasi konsentrasi dari masing-masing ekstrak, untuk ekstrak metanol dibuat variasi sebesar 5; 10; 20; 30; 35; 40 mg/L, ekstrak etil asetat dibuat variasi sebesar 40; 50; 60; 70; 80; 90 mg/L, sedangkan untuk ekstrak heksana dibuat variasi sebesar 100; 200; 300; 400; 500 mg/L.

Larutan uji kulit batang dibuat dengan cara melarutkan 5 mg ekstrak metanol dan etil asetat didalam labu ukur 100 mL dengan metanol, sehingga didapatkan larutan induk 50 mg/L. sedangkan untuk ekstrak heksana dilarutkan ekstrak sebanyak 50 mg didalam labu ukur 50 mL dengan metanol, sehingga didapatkan larutan induk 1000 mg/L. Kemudian dibuat variasi konsentrasi dari masing-masing ekstrak untuk ekstrak metanol dan etil asetat sebesar 5; 10; 15; 20; 25; dan 30 mg/L, sedangkan untuk ekstrak heksana dibuat variasi sebesar 50; 100; 200; 300; 400; dan 500 mg/L.

Masing-masing larutan uji diambil sebanyak 2 mL dan dimasukkan kedalam tabung reaksi. Kemudian, ditambahkan 3 mL DPPH 0,1 mM dan didiamkan selama 30

menit. Absorban dari masing-masing larutan uji diukur pada panjang gelombang 517 nm. Pengerjaan dilakukan ditempat yang gelap. Berdasarkan absorban yang didapatkan, dihitung persen inhibisi dengan rumus :

$$\% \text{ inhibisi} = \frac{A_{\text{kontrol}} - A_{\text{sampel}}}{A_{\text{kontrol}}} \times 100\%$$

A = Absorban

Setelah didapatkan nilai % inhibisi, ditentukan nilai IC₅₀ dengan menggunakan persamaan regresi yang didapatkan.

2.3.6 Pengujian Sitotoksik dengan Metode BSLT

a. Pembiakan Larva Artemia salina

Wadah pembiakan disiapkan yang terdiri dari dua bagian yaitu bagian terang dan bagian gelap yang dilengkapi dengan aerator. Air laut yang bersih dimasukkan ke dalam wadah pembiakan. Telur *Artemia salina* dimasukkan kedalam wadah pembiakan pada bagian gelap dan dibiarkan selama 48 jam hingga terbentuk larva *Artemia salina*.

b. Pembuatan Larutan Uji

Larutan uji daun dibuat dengan cara melarutkan 10 mg masing-masing ekstrak dan dilarutkan dengan pelarut masing-masing didalam labu ukur 10 mL sampai tanda batas, sehingga diperoleh larutan induk 1000 mg/L. Kemudian dibuat variasi konsentrasi dari masing-masing ekstrak sebesar 31,25; 62,5; 125; 250; 500 mg/L.

Larutan uji kulit batang dibuat dengan cara melarutkan 10 mg ekstrak etil asetat dan heksana didalam labu ukur 10 mL dengan pelarut masing-masing, sehingga didapatkan larutan induk 1000 mg/L. ekstrak metanol ditimbang sebanyak 20 mg dan dilarutkan dengan metanol dalam labu ukur 10 mL, sehingga diperoleh larutan dengan konsentrasi 2000 mg/L. Variasi konsentrasi dibuat untuk ekstrak etil asetat dan heksana sebesar 31,25; 62,5; 125; 250; 500 mg/L, sedangkan untuk ekstrak metanol dibuat variasi sebesar 62,5; 125; 250; 500; 1000 mg/L.

c. Pengujian Sitotoksik Dari Larutan Uji

Masing-masing larutan uji diambil sebanyak 5 mL dimasukkan kedalam tabung reaksi dan diuapkan pelarutnya. Kemudian ditambahkan 50 µL DMSO dan 2 mL air laut. Sebanyak 10 ekor larva *Artemia salina* dimasukkan kedalam larutan dan dicukupkan volume menjadi 5 mL dengan air laut. Kemudian dibiarkan selama 24 jam. Setelah 24 jam, dihitung jumlah larva

Artemia salina yang masih hidup dan data yang diperoleh digunakan untuk menentukan nilai LC₅₀ menggunakan tabel probit dan persamaan regresi.

3. Hasil dan Diskusi

3.1 Hasil Preparasi dan Identifikasi Sampel
 Hasil identifikasi tumbuhan di Herbarium Universitas Andalas, berdasarkan surat nomor 178/K-ID/ANDA/IV/2020 diketahui bahwa sampel termasuk kedalam family Myrtaceae dan spesies *Syzygium aqueum* (Burm.f) Alston.

3.2 Hasil Pengujian Profil Fitokimia

Pengujian fitokimia sampel dilakukan sebagai skrining awal untuk mengetahui jenis metabolit sekunder yang terkandung didalam sampel daun dan kulit batang jambu air. Hasil pengujian fitokimia sampel dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Hasil Uji Profil Fitokimia

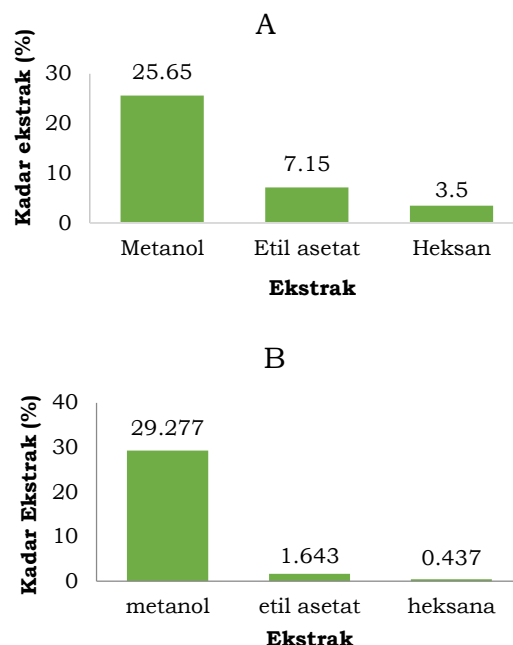
Metabolit Sekunder	Pereaksi	Daun	Kulit Batang
Alkaloid	Mayer	+	+
Flavonoid	HCl + bubuk Mg	+	+
Fenolik	FeCl ₃	+	+
Saponin	HCl p.a	-	-
Kumarin	KLT + NaOH 5%	-	-
Triterpenoid	Lieberman-Burchard	-	+
Steroid	Lieberman-Burchard	+	-

Ket : (+) Ada, (-) Tidak ada

Hasil fitokimia menunjukkan bahwa daun dan kulit batang jambu air putih mengandung beberapa senyawa metabolit sekunder yaitu flavonoid, fenolik, alkaloid, triterpenoid pada kulit batang dan steroid pada daun. Menurut Agustin (2018) tumbuhan jambu air mengandung flavonoid, fenolik, terpenoid, steroid, dan tannin [3].

3.3 Hasil Ekstraksi Sampel

Ekstraksi dilakukan menggunakan pelarut metanol, etil asetat dan heksana secara terpisah. Berat sampel daun yang digunakan adalah 200 gram sedangkan berat sampel kulit batang jambu air 350 gram untuk masing-masing pelarutnya. Hasil kadar ekstrak yang didapatkan dapat dilihat pada Gambar 1.

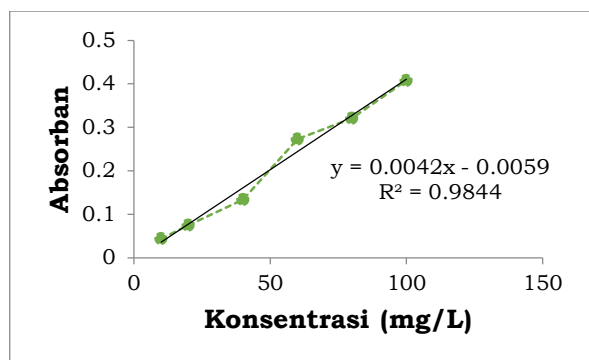


Gambar 1 Kadar Ekstrak : (A) Daun; (B) Kulit Batang

Perbedaan jenis pelarut yang digunakan akan mempengaruhi kadar ekstrak yang didapatkan. Berdasarkan Gambar 1 kadar ekstrak tertinggi yang didapatkan pada ekstrak metanol, baik pada sampel daun maupun pada sampel kulit batang. Hal ini menunjukkan bahwa metanol dapat melarutkan senyawa yang bersifat polar dan nonpolar. Pelarut etil asetat dan heksana hanya dapat melarutkan senyawa metabolit yang sesuai dengan sifat kepolarannya sehingga menghasilkan persen ekstrak lebih kecil [20]. Pelarut etil asetat tergolong kedalam pelarut semi polar sehingga hanya dapat melarutkan sedikit senyawa metabolit yang tergolong polar dan nonpolar sedangkan pelarut heksana hanya dapat melarutkan senyawa yang bersifat nonpolar saja [21].

3.4 Hasil Penentuan Kandungan Fenolik Total

Kandungan fenolik total dari ekstrak daun dan kulit batang jambu air putih ditentukan dari persamaan standar asam galat. Kurva standar asam galat dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Kurva Standar Asam Galat

Berdasarkan gambar diatas, dapat dilihat bahwa konsentrasi berbanding lurus dengan absorbansi. Semakin besar konsentrasi, nilai absorbansi semakin tinggi, hal ini menunjukkan banyaknya kompleks molibdenum-tungsten berwarna biru yang terbentuk. Kompleks molibdenum-tungsten ini terbentuk saat terjadi reaksi antara gugus fenolik pada asam galat dengan reagen Folin Ciocalteu [22].

Tabel 2 Kandungan Fenolik Total Daun dan Kulit Batang Jambu Air Putih

No	Ekstrak	Konsentrasi (mg/L)	Absorban				mg GAE/ 10 mg ekstrak	
			Daun	Kulit Batang	Daun	Kulit Batang	Daun	Kulit Batang
1.	Metanol	100	0,189	0,184			4,6405	4,5214
2.	Etil Asetat	100	0,135	0,138			3,3548	3,4262
3.	Heksana	100	0,019	0,018			0,5929	0,5691

Nilai fenolik total didapatkan dengan cara mensubstitusi nilai absorbansi sampel ke dalam persamaan regresi standar asam galat. Hasil fenolik total yang didapatkan dinyatakan dalam mg GAE/10 mg ekstrak yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Ekstrak metanol memiliki kandungan fenolik total yang paling tinggi dari pada ekstrak etil asetat dan heksana. Fenolik merupakan senyawa yang sangat mudah larut didalam metanol karena metanol merupakan pelarut yang dapat melarutkan semua senyawa polar dan sebagian besar senyawa nonpolar [23]. Oleh sebab itu, kandungan fenolik total terbanyak terdapat pada ekstrak metanol, baik pada daun maupun pada kulit batang.

3.5 Hasil Pengujian Aktivitas Antioksidan

Aktivitas antioksidan ditentukan dengan melihat absorbansi campuran antara sampel dan DPPH. Penangkapan radikal bebas DPPH oleh senyawa yang bersifat antioksidan akan merubah warna DPPH dari ungu menjadi kuning, sehingga menyebabkan nilai absorbansi menjadi turun. Nilai absorbansi yang didapatkan disubstitusikan ke dalam persamaan sehingga didapatkan nilai persen inhibisi. Aktivitas antioksidan dinyatakan dalam IC_{50} yaitu konsentrasinya yang dibutuhkan untuk menghambat 50% radikal bebas. Nilai IC_{50} untuk setiap ekstrak dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Nilai IC_{50} Ekstrak Daun dan Kulit Batang Jambu Air Putih

Ekstrak	IC_{50} (mg/L)	
	Daun	Kulit Batang
Metanol	19,08	13,09
Etil Asetat	69,74	17,26
Heksana	372,63	233,95

Berdasarkan tabel diatas dapat dilihat bahwa ekstrak metanol memiliki nilai IC_{50} yang paling kecil, diikuti dengan ekstrak etil asetat dan heksana. Aktivitas antioksidan dikatakan sangat kuat jika nilai $IC_{50} < 50$ mg/L, kuat jika nilai IC_{50} berkisar antara 50-100 mg/L, lemah jika nilai IC_{50} antara 100-250 mg/L dan tidak aktif jika nilai $IC_{50} > 250$ mg/L. Dapat dilihat bahwa ekstrak daun dan kulit batang jambu air putih mempunyai aktivitas antioksidan, kecuali ekstrak heksana daun yang tidak mempunyai aktivitas antioksidan. Senyawa fenolik dan flavonoid berpotensi besar dalam menghambat radikal bebas dan senyawa-senyawa ini banyak terdapat didalam ekstrak metanol sehingga aktivitas antioksidan ekstrak metanol adalah yang paling kuat [24].

3.6 Hasil Pengujian Sitotoksik

Pengujian sitotoksik dilakukan dengan melihat kematian larva udang *Artemia salina* kemudian di konversi menjadi nilai probit. Dari nilai regresi kurva standar hubungan log konsentrasi dengan nilai probit maka didapatkan nilai LC_{50} setiap ekstrak. Nilai LC_{50} menyatakan konsentrasi yang

dibutuhkan untuk membunuh 50% total populasi larva udang *Artemia salina*. Nilai LC₅₀ untuk setiap ekstrak dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4 Nilai LC₅₀ Ekstrak Daun dan Kulit Batang Jambu Air Putih

Ekstrak	LC ₅₀ (mg/L)	
	Daun	Kulit Batang
Metanol	353,18	685,488
Etil Asetat	51,99	338,065
Heksana	206,06	294,442

Sesuai dengan literatur, suatu ekstrak dinyatakan aktif dan bersifat toksik jika memiliki nilai LC₅₀ <1000 mg/L. Berdasarkan Tabel 4 dapat dilihat bahwa semua ekstrak daun dan kulit batang memiliki sifat toksik. Ekstrak yang memiliki nilai LC₅₀ yang lebih kecil menunjukkan bahwa golongan senyawa-senyawa yang terkandung didalam ekstrak tersebut mempunyai sifat lebih toksik terhadap larva udang [25].

Senyawa-senyawa yang diketahui aktif dalam menghambat perkembangan dan bersifat sebagai racun perut terhadap larva udang *Artemia salina* sehingga menyebabkan kematian adalah senyawa golongan flavonoid, fenolik, terpenoid dan beberapa golongan alkaloid [26]. Sesuai dengan hasil uji fitokimia bahwa ekstrak daun dan kulit batang jambu air putih mengandung senyawa-senyawa metabolit golongan flavonoid, fenolik, triterpenoid, steroid dan alkaloid. Senyawa-senyawa tersebut yang diprediksi menghambat perkembangan dan menjadi racun perut bagi larva udang *Artemia salina*.

3.7 Hubungan Antara Kandungan Fenolik Total dengan Aktivitas Antioksidan

Sesuai dengan hasil pengujian kandungan total fenolik dan aktivitas antioksidan dapat dilihat bahwa semakin tinggi total fenolik yang terkandung dalam suatu ekstrak maka aktivitas antioksidannya akan semakin kuat dan nilai IC₅₀ semakin kecil. Senyawa-senyawa fenolik menjadi sebab utama adanya aktivitas antioksidan. Ini dikarenakan senyawa-senyawa fenolik mempunyai gugus hidroksil, dimana gugus hidroksil ini yang berperan dalam menghambat radikal bebas [27].

4 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa ekstrak metanol daun dan kulit batang memiliki kandungan

fenolik total paling tinggi dibandingkan ekstrak etil asetat dan heksana. Ekstrak metanol dan etil asetat dari sampel daun dan kulit batang memiliki sifat yang kuat sebagai antioksidan, ekstrak heksana dari sampel kulit memiliki sifat lemah sebagai antioksidan, dan ekstrak heksana dari sampel daun tidak memiliki aktivitas antioksidan. Semua ekstrak daun dan kulit batang mempunyai aktivitas sitotoksik terhadap larva udang *Artemia salina*. Jumlah fenolik total sebanding dengan aktivitas antioksidan, semakin besar nilai fenolik total ekstrak daun dan kulit batang jambu air putih, maka aktivitas antioksidannya akan semakin kuat.

Referensi

1. Khandaker, M.M., Amru, N.B.: Growth, Distribution, and Physiochemical Properties of Wax Apple (*Syzygium samarangense*): A Review. Australian Journal of Crop Science. 2016, 10(12), 1640-1648.
2. Kartika, T.: Investasi Jenis-jenis Tumbuhan Berkhasiat Obat di Desa Tanjung Baru Petai Kecamatan Tanjung Batu Kabupaten Ogan Ilir (Oi) Provinsi Sumatera Selatan, *Sainmatika*, 2015, 12(1), 23-41.
3. Agustin, V.: Aktivitas antioksidan, sitotoksik dan kandungan fenolik total dari ekstrak daun jambu air merah muda (*Syzygium aqueum* (Burm.F.) Alston), *Skripsi*, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas, Padang, 2018.
4. Manaharan, T., David, A., Cheng, H.M., Uma, D.P.: Flavonoids Isolated From *Syzygium aqueum* Leaf Extract as Potential Antihyperglycaemic Agents. Food Chemistry. 2012, 132, 1802-1807.
5. Palanisamy, U.D., Ling, L.T., Manaharan, T., Sivapalan, V., Subramaniam, T., Helme, M.H.: Standardized Extract of *Syzygium aqueum* : A Safe Cosmetic Ingredient. International Journal of Cosmetic Science. 2011, 1, 7.
6. Kuncahyo, I., Sunardi.: Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi*, L.) terhadap 2,2-diphenyl-1-Picrylhydrazil (DPPH), *Seminar Nasional Teknologi*, Yogyakarta, 24 November 2007.
7. Sayuti, K., Rina, Y.: *Antioksidan Alami dan Sintetik*, Andalas University Press, Padang, 2015.

8. Marjoni, M.R., Afrinaldi, dan Ari, D.N.: Kandungan Total Fenol dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Air Daun Kersen (*Muntingia calabura L.*), *Jurnal Kedokteran Yarsi*, 2015, 23(3), 187-196.
9. Tutik., I Nyoman, D., Vida, E.: Identifikasi dan Perbandingan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daun Kelor Pada Variasi Pelarut dengan Metode DPPH. *Jurnal Farmasi Malahayati*. 2018. Vol. 1, No.2. 80-87.
10. Tristantini, D., Alifah, I., Bhayangkara, T.P., Jason, G.J.: Pengujian Aktivitas Antioksidan Menggunakan Metode DPPH Pada Daun Tanjung (*Mimusops elengi L.*). Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan". Yogyakarta 17 Maret 2016. 1-7.
11. Ridho, E.A.: Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Metanol Buah Lakum (*Cayratia trifolia*) Dengan Metode DPPH (2,2-Difenil-1-Pikrilhidrazil), Skripsi, Fakultas Kedokteran, Universitas Tanjungpura, Pontianak, 2013.
12. Kusumowati, I.T.D., Rosita, M., dan Kartikaning, R.: Korelasi Kandungan Fenolik dan Aktivitas Antioksidan Daun Jambu Mete, *Biomedika*, 2011, 3(2), 25-28
13. Margaretta, S., Swita, D.H., Nani, I., dan Herman, H.: Ekstraksi Senyawa *Phenolic Pandanus Amaryllifolius Roxb.* Sebagai Antioksidan Alami, *Widya Teknik*, 2011, 10(1), 21-30
14. Balasundram, N., Kalyana, S., dan Samir, S.: Phenolic Compounds in Plants and Agri-industrial by-products: Antioxidant Activity, Occurrence, and Potential Uses, *Food Chemistry*, 2006, 99, 191-203.
15. Hayati, I.: Fenolik Total, Aktivitas Antioksidan dan Isolasi Senyawa Metabolit Sekunder dari Fraksi Etil Asetat Jambu Air Merah Muda (*Syzygium aqueum* (Burm.F.) Alston), *Skripsi*, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas, Padang, 2019.
16. Haryoto., Muhtadi., Peni, I., Tanti, A., Andi, S.: Aktivitas Sitotoksik Ekstrak Etanol Tumbuhan Sala (*Cynometra ramiflora* Linn) Terhadap Sel HeLa, T47D, dan WiDR. *Jurnal Penelitian Saintek*. 2013, Vol 18(2), 21-28.
17. Bursal, E., Gulcin, I.: Polyphenol Contents and In Vitro Antioxidant Activities of Lyophilised Aqueous Extract of Kiwi Fruit (*Actinidia deliciosa*). *Food Rest. Int.* 2011, 44(5), 1482-1489.
18. Surbakti, P.A.A., Edwin, D.Q., Widdhi, B.: Skrining Fitokimia dan Uji Toksisitas Ekstrak Etanol Daun Binahong (*Androdera cordifolia* (Ten.) Steenis) dengan Metode *Brine Shrimp Lethality Test* (BSLT). *Pharmakon Jurnal Ilmiah Farmasi*. 2018. Vol.7, No.3. 22-31.
19. Lisdawati, V., Sumali, W., dan Kardono, L.B.S.: *Brine Shrimp Lethality Test* (BSLT) dari Berbagai Fraksi Ekstrak Daging Buah dan Kulit Biji Mahkota Dewa (*Phaleria macrocarpa*), *Bul. Penel. Kesehatan*, 2006, 34(3), 111-118.
20. Matheos, H., Max, R.J.R., Sri, S.: Aktivitas Antioksidan dari Ekstrak Daun Kayu Bulan (*Pisonia alba*). *Jurnal Ilmiah Farmasi*. 2014. Vol. 3, No 3.
21. Putri, W.S., Warditiani, N.K., dan Larasanty, L.P.F.: Skrining Fitokimia Ekstrak Etil Asetat Kulit Buah Manggis (*Garcinia mangostana L.*), *Jurnal Farmasi Udayana*, 56-60.
22. Tahrir, M., A.Muflihunna., dan Syafrianti.: Penentuan Kadar Fenolik Total Ekstrak Etanol Daun Nilam (*Pogostemon cablin* Benth.) dengan Metode Spektrofotometer UV-Vis, *Jurnal Fitomarmaka Indonesia*, 2017, 4(1), 215-218.
23. Verdiana, M., Widarta, I.W.R., Permana, I.D.G.M.: Pengaruh Jenis Pelarut pada Ekstraksi Menggunakan Gelombang Ultrasonik Terhadap Aktivitas Antioksidan Ekstrak Kulit Buah Lemon (*Citrus limon* (Linn.) Burm F.). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*. 2018. Vol. 7, No. 4, 213-222.
24. Wati, Mutia Siska.: Kandungan Fenolik Total, Aktivitas Antioksidan, dan Sitotoksik Dari Ekstrak Daun Jambu Air Merah (*Syzygium aqueum* (Burm.F.) Alston). *Skripsi*. Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Andalas. 2018.
25. Rohmah, J., Chylen, S.R., dan Fitria, E.W.: Uji Aktivitas Sitotoksik Ekstrak Selada Merah (*Lactuca sativa* var. *Crispa*) pada Berbagai Pelarut Ekstraksi dengan Metode BSLT (*Brine Shrimp Lethality Test*), *Jurnal Kimia Riset*, 2019, 4(1), 18-32.
26. Fadhli, H., dan Sya'bani, U.H.: Uji Sitotoksik Ekstrak Kulit Batang Tumbuhan Kangkang Katup (*Bauhinia sembifida* Roxb) dengan Metode *Brine Shrimp Lethality Test* (BSLT), *Jurnal*

- Farmasi dan Kesehatan Scientia*, 2019, 9(2), 141-145.
27. Marjoni, M.R., Afrinaldi., dan Ari, D.N.: Kandungan Total Fenol dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Air Daun Kersen (*Muntingia calabura* L.), *Jurnal Kedokteran Yarsi*, 2015, 23(3), 187-196.

UJI AKTIVITAS ANTI AGING SEDIAAN KRIM BERBAHAN AKTIF CAMPURAN EKSTRAK *Spirulina platensis* DAN VCO (*Virgin Coconut Oil*)

Sumaryati Syukur, Armaini, Mahkfira Ramadhanti*

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

*Email: mahkfiraramadhanti@gmail.com

Abstrak: Penuaan kulit adalah masalah estetika utama bagi manusia. Sinar matahari merupakan penyebab utama terjadinya aging/panuaan pada kulit. Mikroalga *Spirulina platensis* memiliki pigmen Fikosianin yang dipercaya memiliki aktivitas antioksidan yang dapat mencegah terjadinya oksidasi oleh radikal bebas. VCO telah dikenal sebagai pelembab kulit alami yang mampu mencegah kerusakan jaringan, memberikan perlindungan terhadap kulit dan memberi tekstur halus dan lembut pada kulit. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui potensi fikosianin dan VCO sebagai bahan aktif krim sebagai anti aging dilihat dari nilai antioksidan dan tabir surya yang didapatkan. *Spirulina platensis* di kultur dalam media pupuk. Ekstraksi fikosianin mengenakan buffer fosfat pH 7. Identifikasi fikosianin dilakukan dengan menggunakan alat spektrofotometer UV-Vis. Analisa aktivitas antioksidan dilakukan dengan metode DPPH. Krim dibuat dengan perbandingan kandungan bahan aktif fikosianin dan VCO yang berbeda dan produk krim yang dihasilkan dilakukan evaluasi fisik berupa organoleptik, pH krim, homogenitas dan tipe krim yang mengacu kepada SNI dan departemen kesehatan RI. Penentuan aktivitas tabir surya dilihat dari nilai SPF, % Te dan % Tp yang terkandung pada masing-masing krim. VCO memiliki aktivitas antioksidan yang kuat yakni IC_{50} : 66,246 mg/L sedangkan fikosianin memiliki nilai yang lebih besar yakni 97,533 mg/L namun masih dalam kategori antioksidan kuat. Aktivitas tabir surya pada masing masing krim tergolong sama karena hasil yang didapatkan tidak jauh beda. Ketiga sediaan tergolong proteksi minimal dilihat dari nilai SPF dan termasuk sunblock untuk UV-B namun tidak mampu melindungi kulit dari sinar UV-A. Krim yang memiliki aktivitas tabir surya terbaik adalah krim A yang memiliki nilai SPF 2,6169 dan %Te 0,5668.

Kata kunci : Fikosianin, VCO, anti aging, antioksidan, tabir surya

1. Pendahuluan

Indonesia adalah negara yang beriklim tropis yang mendapatkan intensitas paparan sinar lebih lama dari negara lain. Meskipun matahari sumber yang baik untuk vitamin D namun kelebihan paparan sinar matahari dapat menyebabkan dampak buruk bagi kulit. Paparan energi foton yang besar dari sinar matahari secara langsung dan dalam waktu yang lama tidak mampu diterima oleh kulit manusia. Radiasi UV memberikan kontribusi sebesar 80% dari semua faktor-faktor lingkungan yang mempercepat terjadinya penuaan pada kulit [1]. Kerusakan pada struktur dan fungsi dari kulit terjadi karena paparan sinar ultra violet yang diterima secara terus menerus akan mempercepat terjadinya proses penuaan pada kulit,

proses ini disebut *Photoaging* [2]. Tanda-tanda terjadinya penuaan dilihat dari adanya kerutan halus, berkurangnya kekencangan kulit, kulit kering, kulit kusam dan kasar serta penipisan kulit dimana keadaan ini kini mulai dirasakan pada usia dini dan mempengaruhi estetika kulit. Hal tersebut menyebabkan penuaan menjadi keprihatinan universal. Salah satu upaya yang dilakukan untuk melindungi kulit dari dampak negatif paparan sinar matahari yang semakin ekstrem dan atau dari penuaan sebagai proses alami dari tubuh adalah dengan menggunakan produk perawatan kulit.

Produk anti aging berbahan aktif yang mengandung antioksidan dan tabir surya dapat digunakan untuk melawan penuaan yang disebabkan oleh radikal

bebas. Kandungan senyawa antioksidan dapat meningkatkan hidrasi kulit, elastisitas dan produksi sebum di wajah serta juga dapat meningkatkan fisiologi kulit dalam mengobati kerusakan kulit yang diakibatkan adanya radikal bebas dan sinar UV. Pemberian antioksidan untuk kulit dapat dilakukan oral maupun topikal. Antioksidan yang diberikan secara oral dinilai tidak dapat diserap secara maksimal ke dalam kulit dengan baik yang mengakibatkan aktifitas antioksidannya tidak dapat melindungi kulit lebih baik dari serangan radiasi sinar UV untuk itu diperlukan produk topikal yang mempunyai kapasitas tabir surya atau nilai minimal *Sun Protective Factor* (SPF) [3]. Salah satu strategi meningkatkan perlindungan kulit dari radikal bebas dan sinar UV adalah dengan melakukan kombinasi berbagai senyawa antioksidan sehingga dengan adanya penentuan aktivitas antioksidan dan aktivitas tabir surya dari kombinasi beberapa bahan alam merupakan pendekatan terbaik untuk meningkatkan inovasi formula kosmetik antiaging [4]. Produk kosmetik yang paling digemari adalah sediaan krim karena memiliki kelebihan diantaranya lebih nyaman digunakan di wajah, lebih mudah diaplikasikan, tidak lengket dan mudah dicuci dengan air. Sediaan krim juga dapat meningkatkan gradien zat aktif yang menembus kulit sehingga turut meningkatkan absorpsi percutan [5].

Spirulina telah terbukti dapat digunakan dan aman sebagai komposisi bahan aktif kosmetik [6]. *Spirulina* mempunyai kandungan pigmen berupa klorofil, karoten, xantofil dan fikosianin yang dapat berfungsi sebagai antioksidan [7]. Antioksidan alami dapat menghambat atau mencegah terjadinya proses oksidasi oleh radikal bebas [6]. Kandungan pigmen Fikosianin pada *Spirulina* mencapai 20 % dari protein selnya dan ini merupakan pigmen dominan pada *Spirulina* [8].

Krim adalah sediaan yang terdiri dari fasa minyak dan fasa air. Penggunaan bahan aktif yang dapat meningkatkan

kualitas produk akan memberikan nilai lebih pada produk kosmetik. Kandungan fase minyak produk perawatan kulit alami yang telah banyak diteliti adalah *Virgin Coconut Oil* [9]. VCO yang terbuat dari kelapa lokal yang tumbuh sekitar 50 m dari pantai padang pariaman memiliki kandungan minyak yang tinggi. VCO mengandung 60 - 62 % medium chain fatty acid (MCFA) seperti asam kaproat (0,7%), asam kaplirat (4,6-10%), asam kaprat (5,0-8,0%) dan asam laurat (45,1-53,2 %) [10]. Produk VCO BioPhytoMega memiliki kualitas yang lebih ditandai dengan komposisi nutrisi vitamin yang tidak dijumpai pada produk VCO manapun. Pada penelitian VCO BioPhytoMega untuk suplemen didapatkan 3 paten yaitu paten proses fermentasi VCO BioPhytoMega (No: S00201707002), paten komposisi VCO (No: S00201707004) dan paten merek dagang BioPhytoMega (No: D002017051363 [11]. Sifat antioksidan pada VCO berasal dari adanya asam laurat dan tokoferol pada VCO sehingga dapat menekan tekanan oksidatif yaitu suatu keadaan dimana tingkat oksigen reaktif intermediate yang toksik melebihi pertahanan antioksidan endogen. Keadaan ini disebabkan oleh adanya paparan sinar UV. VCO merupakan pelembab alami karena mampu mencegah kerusakan jaringan dan memberikan perlindungan terhadap kulit serta memberikan tekstur lembut dan halus pada kulit [12].

Berdasarkan latar belakang diatas, peneliti melakukan penelitian tentang penggunaan sediaan krim berbahan aktif campuran ekstrak Fikosianin mikroalga *Spirulina platensis* dan VCO sebagai produk anti aging dengan melihat kandungan antioksidan dan kemampuan tabir surya dengan melihat nilai SPF, % Te dan % Tp yang ditentukan secara invitro.

2. Metodologi Penelitian

2.1 Alat

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini yaitu botol kultur, galon, selang, aerator, autoclave, botol vial,

peralatan gelas (gelas piala, gelas ukur, petridish, pipet volumetric, pipet gondok), bola hisap, aluminium foil, kertas label, plastik wrap, *nylon mesh*, lumpang dan alu, neraca analitis, oven, mikroskop cahaya, waterbath, pH meter dan Spektrofotometer UV-Vis.

2.2 Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu VCO, mikroalga *Spirulina platensis*, akuades, etanol 96 %, metanol p.a, DPPH, Asam askorbat, Medium pupuk yang terdiri dari NaCl, KCL, NPK, ZA, Urea dan sodium bikarbonat. Formula krim yang terdiri dari stearic acid, cetyl alcohol, liquid paraffin, glycerin, methyl paraben, propylene glycol.

2.3 Tahapan Penelitian

2.3.1 Pengambilan Sampel VCO

Pengambilan sampel VCO BioPhytoMega diambil di kota padang, Sumatera barat.

2.3.2 Persiapan Sampel Mikroalga *Spirulina platensis*

Mikroalga *Spirulina platensis* ini ditumbuhkan dengan menggunakan medium pupuk. Pembuatan medium dilakukan dengan melarutkan nutrien yang terdiri dari (per liter); NaCl 10 g, KCl 0,2 g, NPK 0,1 g, ZA 0,8 g, Urea 0,1 g dan sodium bikarbonat 1 g[13]. Pengkulturan mikroalga *Spirulina platensis* dilakukan dalam galon berukuran 20 L. Kultur diinkubasi pada suhu ruang dan diberi cahaya dengan lampu fluorescent.

Pemanenan biomasa mikroalga *Spirulina platensis* dilakukan saat kurva pertumbuhan telah mencapai fasa stasioner. Pemanen dilakukan dengan cara disaring menggunakan *nylon mesh*. Biomasa mikroalga *Spirulina platensis* yang telah kultivasi dicuci dengan air mengalir kemudian dikeringkan dalam ruangan[14].

2.3.3 Ekstraksi Sampel *Spirulina platensis*

Biomasa mikroalga dihaluskan menggunakan lumpang dan alu hingga

didapat serbuk kering. Metode ekstraksi yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode maserasi.

5 gr serbuk kering biomasa mikroalga *Spirulina platensis* dilarutkan dalam 100 ml buffer fosfat (pH 7,0), selanjutnya di homogenkan menggunakan stirer dengan putaran 8000 rpm selama 30 menit. Selanjutnya dimasukan didalam freezer dalam suhu rendah selama 24 jam. Dipisahkan antara endapan dan cairan dengan menggunakan kertas Whatman No. 1. Cairan hasil ekstraksi dianalisis dengan spektrofotometer UV-VIS. dan dikeringkan aginkan untuk mengubah cairan menjadi padatan [15].

2.3.4 Identifikasi Fikosianin

Ekstrak *Spirulina platensis* yang dihasilkan diukur panjang gelombangnya berdasarkan pada panjang gelombang 615 nm dan 625 nm dengan spektrofotometer. Blanko yang digunakan adalah buffer pospat. Konsentrasi fikosianin dihitung dengan persamaan bennet dan bogoard[16] :

$$PC = \frac{(OD_{615}) - 0,474 (OD_{625})}{5,34}$$

2.3.5 Pengujian Aktivitas Antioksidan dengan Metode DPPH

a. Pembuatan Larutan DPPH

4 mg DPPH ditimbang dengan neraca analitik, lalu dilarutkan dengan metanol pa didalam labu ukur 100 mL hingga didapatkan larutan DPPH 0,1 mM.

b. Pembuatan larutan blanko

Larutan banko terdiri dari 2 mL metanol dan 3 ml DPPH 0,1 mM yang ditempatkan dalam botol vial yang telah ditutup aluminium foil.

c. Pembuatan larutan sampel

Sampel VCO dan ekstrak kering fikosianin masing-masing ditimbang 10 mg dan dilarutkan dalam labu ukur 10 mL dengan menggunakan metanol hingga didapatkan larutan induk 1000 ppm. Selanjutnya masing-masing larutan induk

diencerkan dalam berbagai konsentrasi yaitu 10 ppm, 25 ppm, 50 ppm, 75 ppm 100 ppm, dan 150 ppm. Sampel dengan berbagai konsentrasi dipipet masing masing sebanyak 2 ml dan dimasukkan kedalam botol vial yang telah ditutupi aluminium foil dan ditambah dengan 3 mL larutan DPPH 0,1 mM dan larutan dihomogenkan.

d. *Pembuatan kontrol positif yaitu larutan asam askorbat.*

Dibuat larutan induk asam askorbat 1000 ppm dengan menimbang asam askorbat sebanyak 10 mg dan dilarutkan dalam 10 ml metanol. Selanjutnya larutan induk diencerkan dengan berbagai konsentrasi yaitu 5 ppm, 10 ppm,, 12,5 ppm, 25 ppm dan 50 ppm. Larutan dengan berbagai konsentrasi dipipet masing masing sebanyak 2 ml dan dimasukkan kedalam botol vial yang telah ditutupi aluminium foil dan ditambah 3 mL larutan DPPH 0,1 mM dan larutan dihomogenkan.

e. *Pengukuran absorban sampel*

Larutan blanko, larutan sampel dan larutan asam askorbat didiamkan slam 30 menit dalam suhu ruang. Absorban diukur pada panjang gelombang 517 nm dengan menggunakan spektrofotometri UV-Vis.

f. *Perhitungan*

Nilai % scavenging radikal DPPH dihitung dengan rumus :

$$\% \text{ scavenging radikal DPPH} = \frac{A \text{ blanko} - A \text{ Sampel}}{A \text{ blanko}} \times 100 \%$$

Dari kurva konsentrasi dan % scavenging radikal DPPH ditentukan nilai IC₅₀ [16].

2.3.6 Pembuatan Sediaan Krim

Base krim kosmetik terdiri dari-bahan bahan kimia yaitu Stearic acid, Cetyl alcohol, dan Liquid paraffin. Ketiga

bahan dicampurkan dalam wadah seperti beaker glas selanjutnya dipanaskan pada suhu 70 °C hingga mencair dengan menggunakan waterbath sambil diaduk menggunakan mixer. Glycerin, Methyl paraben, Propylene glycol, Distiled water dipanaskan pada suhu 80 °C sambil diaduk. Selanjutnya fase minyak ditambahkan ke fase air sambil diaduk dengan kecepatan 30 rpm. Base krim dikeluarkan dari water bath setelah suhu diturunkan menjadi 40 °C selanjutnya ditambahkan ekstrak fikosianin dan VCO dan diaduk secara merata hingga terbentuk krim[17].

Tabel 1 Formulasi Sediaan Krim

Bahan		Komposisi Formula (% w/w)		
		Krim A	Krim B	Krim C
Bahan aktif				
Ekstrak kasar fikosianin		2 %	1,5 %	1 %
Virgin Coconut Oil		1 %	1.5 %	2 %
Fasa minyak				
Stearic acid		10%	10%	10%
Cetyl alcohol		6 %	6 %	6 %
Liquid paraffin		6,6 %	6,6 %	6,6 %
Fasa air				
Glycerin		5 %	5 %	5 %
Methyl paraben		0,05 %	0,05 %	0,05 %
Propylene glycol		30 %	30 %	30 %
Distiled water		q.s	q.s	q.s

2.3.7 Evaluasi Fisik Produk Krim

a. *Evaluasi Organoleptik Krim (SNI 01-2346-2006)*

Uji organoleptik dilakukan dengan menggunakan 10 orang responden yang memiliki indra yang baik untuk melihat dan menilai keadaan fisik krim yaitu berupa warna, bau dan tekstur krim yang dirasakan.

b. *Analisis pengukuran pH (depertemen kesehatan RI, 1985)*

menggunakan pH meter. Masing masing sampel krim ditimbang sebanyak 1 g dilarutkan dalam 10 mL aquades dalam gelas beker kemudian diukur pH dengan menggunakan pH meter yang sebelumnya telah dikalibrasi dengan buffer pH 4, buffer pH 7 dan buffer pH 9

c. *Uji Homogenitas (depertemen kesehatan RI, 1985)*

Uji homogenitas dilakukan selama 21 hari yang dievaluasi pada hari ke 7, 14 dan 21. Krim yang dievaluasi berupa degradasi yang mungkin terjadi pada 0,1 g krim yang dioleskan pada cawan petri.

d. *Uji Tipe Krim (SNI 16-4399-1996)*

Tipe krim dilihat dari adanya binik atau tidak pada krim yang ditetesi dengan methilen blue sebanyak setetes pada sediaan sebanyak 0,1 g. jika pada sediaan tersebut ditemukan penyebaran warna yang merata maka tipe krimnya adalah minyak dalam air namun jika ditemukan adanya bintik-bintik maka tipe krim yang didapatkan adalah air dalam minyak. Penyebaran warna dilihat dengan mikroskop[18].

2.3.8 Penentuan nilai SPF, %Te dan %Tp

Penentuan nilai SPF, % Te dan % Tp dilakukan dengan cara menimbang 0,1 g krim dilarutkan dalam 10 mL etanol 96 %. penentuan nilai SPF dilakukan dengan cara membuat kurva serapan dengan panjang gelombang 290- 320 nm dengan interval 5 nm. Ethanol digunakan sebagai blanko. Nilai SPF sediaan krim dihitung dengan rumus :

$$SPF = CF \times \sum_{290}^{320} EE(\lambda) \times I(\lambda) \times \text{absorbansi}(\lambda)$$

Keterangan :

CF = Faktor Korelasi (10)

EE = Efisiensi Eriterma

I = Spektrum Simulasi Sinar

Pengukuran nilai absorban pada panjang gelombang 292,5 - 372,5 nm dilakukan untuk menentukan persen eritema kemudian dihitung nilai serapan dan nilai transmisinya dengan rumus $A = - \log T$.

Perkalian nilai transmisi (T) dengan faktor efektivitas eritema (Fe) pada panjang gelombang 292,5 - 372,5 nm menunjukkan nilai transmisi eritema.

$$\% Te = \frac{\sum T \times Fe}{\sum Fe}$$

Nilai tranmisi pigmentasididapatkan dengan cara mengalikan (Fp) pada $\lambda = 292 - 372$ nm yang didapatkan dengan nilai transmisi yang telah ditentukan[19].

$$\% Tp = \frac{\sum (T \times Fp)}{\sum Fp}$$

3. Hasil dan Diskusi

3.1 Morfologi Mikroalga *Spirulina platensis*

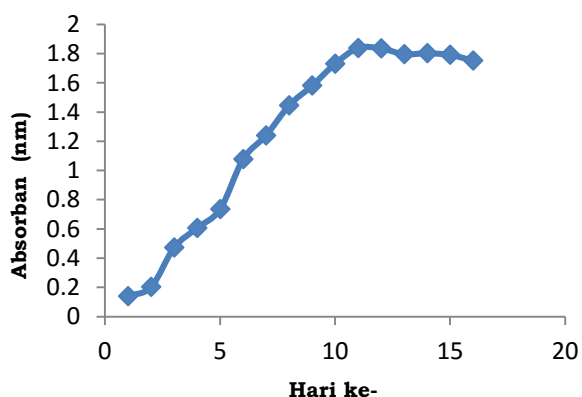
Mikroalga *Spirulina platensis* diidentifikasi menggunakan mikroskop cahaya pada pembesaran 400x . Pengidentifikasian mikroalga ini dilakukan pada saat mikroalga ditumbuhkan sebelum dilakukan pemanenan. Hasil yang didapatkan dilihat pada gambar 4.1 menunjukan bahwa mikroalga yang dikultivasi merupakan spesies *Spirulina platensis* dan tidak terdapat kontaminasi dari bakteri maupun mikroalga lain, berbentuk spiral dan tidak bercabang.



Gambar 1 Morfologi spirulina platensis

3.2 Biomassa Mikroalga *Spirulina platensis*

Mikroalga *Spirulina platensis* ditumbuhkan dalam media pupuk kormesial. Pertumbuhan mikroalga dilihat secara visual dengan mengamati perubahan warna hijau menjadi lebih pekat, ini menunjukkan terjadi penambahan jumlah produksi sel pada kultur. Pada penelitian ini, pertumbuhan mikroalga *Spirulina platensis* juga dilihat dari *optical density* yang diukur pada panjang gelombang 680 nm dengan alat Spektrofotometer. Pengukuran OD dilakukan untuk melihat kepadatan sel sehingga dapat dilihat perkembangan dari pertumbuhan inakulum mikroalga dimana semakin tinggi nilai OD maka semakin tinggi kepadatan sel mikroalganya nya. Pengukuran nilai OD dilakukan dari hari ke-0 sampai ditemukannya fasa stasioner. Pertumbuhan sel kultur disajikan dalam kurva pertumbuhan pada gambar 4.2 yang merupakan kurva perbandingan absorbansi dan hari pertumbuhan mikroalga.



Gambar 2 kurva pertumbuhan

Pemanenan mikroalga dilakukan pada fasa stasioner karena pada fasa ini lah diproduksinya metabolit sekunder yang diharapkan yaitu pada hari ke 14. Metabolit sekunder terproduksi dikarenakan terjadinya akumulasi racun akibat metabolisme mikroalga dimana pada saat itu terjadi kekurangan nutrient dan perubahan kondisi lingkungan. Untuk tetap hidup, mikroalga akan

menegandakan metabolit sekunder sehingga terjadi perombakan metabolit dari metabolit primer menjadi metabolit sekunder.

Untuk memisahkan biomasa mikroalga *Spirulina platensis* dan medium digunakan *nylon mesh* berukuran makro. Endapan yang didapatkan dicuci dengan aquades untuk menghilangkan sisa sisa medium yang mungkin menempel pada biomasa *Spirulina platensis*. Selanjutnya endapan dipindahkan ke dalam petridis dan dikering anginkan agar air yang tersisa dapat hilang sehingga didapatkan biomasa kering mikroalga *Spirulina platensis*. Berdasarkan penelitian didapatkan dalam 1 liter medium kultur mikroalga menghasilkan 1,739 gram biomassa kering mikroalga *Spirulina platensis*.

3.3 Hasil Ekstraksi fikosianin

Ekstraksi fikosianin dilakukan dengan merendam biomasa kering spirulina platensis dengan menggunakan buffer fosfat pH 7 selama satu hari. Ekstrak yang didapatkan berwarna biru, secara visual ekstrak tersebut sudah menunjukkan bahwa terdapat fikosianin yang diketahui berwarna biru. Ekstrak yang didapatkan ditentukan konsentrasi fikosianin dengan menggunakan spektrofotometri UV- Vis dan perhitungan menggunakan persamaan benet dan bogoard dan didapatkan konsentrasi fikosianin nya adalah 0,370 mg/mL. Hasil konsentrasi fikosianin didapatkan hampir sama dengan konsentrasi yang didapatkan oleh Manirafasha *et al* (2018) dalam jurnalnya yang menyatakan konsentrasi ekstrak fikosianin sebesar $\pm 0,34$ mg/mL dimana pada jurnal tesebut metode ekstraksi yang digunakan juga menggunakan metode meserasi[20]. Agar fikosianin lebih tahan untuk disimpan dalam waktu yg lebih lama, supernatan yang mengandung fikosianin dikeringkan dengan cara menguapkan air yang terdapat pada larutan menggunakan angin dari kipas angin pada suhu normal dengan tujuan untuk mempertahankan stabilitas pigmen fikosianin sehingga didapatkan

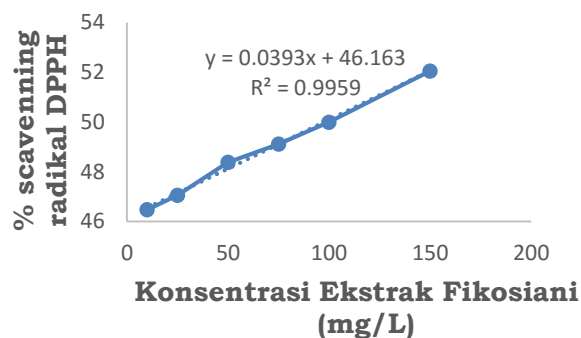
serbuk fikosianin yang berwarna biru gelap. Dilakukan pada suhu kamar karena warna fikosianin mudah terdegradasi pada suhu tinggi.

3.4 Hasil Penentuan Aktivitas Antioksidan

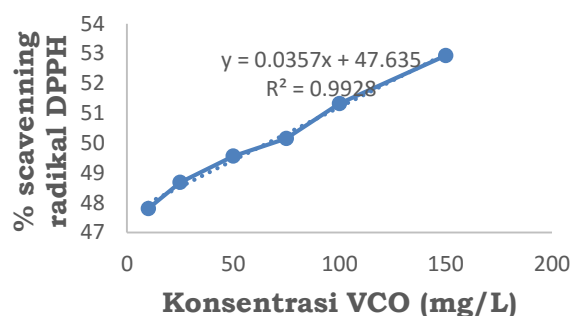
Penentuan aktivitas antioksidan dari ekstrak kasar fikosianin *Spirulina platensis* dan VCO ditentukan dengan menggunakan metode peredaman radikal bebas DPPH. Hasil penelitian berdasarkan pengaruh konsentrasi terhadap % *scavenging* radikal DPPH dapat di lihat pada grafik gambar 4.3.

Fikosianin adalah pigmen warna dominan pada mikroalga *Spirulina platensis* yang memiliki struktur mirip dengan bilirubin. Bilirubin merupakan salah satu antioksidan endogen dan merupakan antioksidan utama dalam serum darah manusia. Strukturnya yang mirip membuat fikosianin dicurigai memiliki aktivitas antioksidan dimana aktivitas ini dapat meredakan senyawa radikal yang bebas. Selain itu, Ramoy *et al* (2003) dalam penelitiannya melaporkan bahwa beberapa kandungan dalam *Spirulina* yang berperan sebagai komponen antioksidan yaitu fikosianin dan klorofil[21]. Fikosianin dilihat dari strukturnya memiliki kemampuan antioksidan karena adanya rantai tetrapirel terbuka yang dapat menangkap radikal DPPH yaitu atom H pada rantai C ke 10.

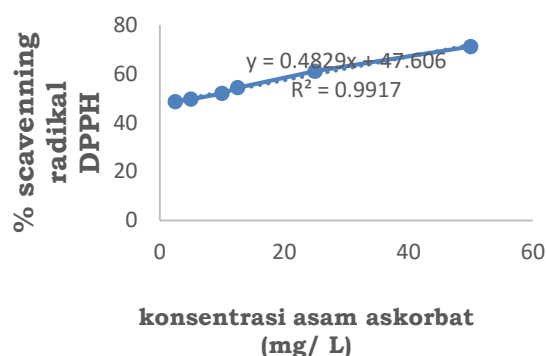
Virgin Coconut Oil dikenal sebagai minyak nabati yang tergolong sebagai antioksidan alami. Senyawa flavonoid, tokoferol dan asam organik termasuk kedalam senyawa fenolik yang tergolong senyawa antioksidan alami dari tumbuhan[22]. Sampel VCO memiliki kandungan tokoferol (vitamin E) dan fraksi polifenol (asam fenolat). Senyawa ini lah yang berkontribusi meredakan radikal bebas DPPH karena struktur kimia kedua senyawa ini mempunyai ikatan ganda yang memberikan karakteristik dalam kekuatan scavenging radikal.



a



b



c

Gambar 3 Pengaruh konsentrasi sampel terhadap % *scavenging* radikal DPPH (a) ekstrak fikosianin (b) VCO dan (c) asam askorbat

Dari kurva diatas dapat dilihat perbandingan antara konsentrasi dengan % *Scavenging* radikal bebas, dimana semakin besar konsentrasi yang diberikan maka semakin besar pula nilai % *scavenging* yang didapatkan karena semakin banyak suatu zat tersebut menyumbangkan hidrogen yang

meredam radikal bebas dari DPPH. Pada penelitian ini kontrol positif yang digunakan adalah asam askorbat yang didapatkan memiliki nilai IC_{50} sebesar 4.54 mg/L dan termasuk kedalam antioksidan sangat kuat sedangkan nilai IC_{50} untuk ekstrak fikosianin didapatkan sebesar 97,53 mg/L dan VCO sebesar 66,246 mg/L dan termasuk kedalam antioksidan kuat.

Nilai IC_{50} yang menyatakan aktivitas antioksidan pada ekstrak fikosianin berbeda beda seperti pada penelitian Ridlo *et al* (2015) yang menyatakan fikosianin termasuk antioksidan lemah karna memiliki nilai IC_{50} sebesar 186,76 mg/L[23], Sedangkan Rahmawati *et al* (2017) dalam penelitiannya mendapatkan nilai IC_{50} dari fikosianin adalah 49,59 mg/L yang menyatakan ekstrak fikosianin tersebut termasuk kedalam golongan antioksidan sangat kuat[16]. Perbedaan nilai IC_{50} pada berbagai percobaan ini dikarenakan adanya perbedaan kandungan komponen fikosianin pada spirulina. Wang *et al* (2007) melaporkan perbedaan kandungan komponen fikosianin bisa terjadi karena adanya perbedaan spesies Spirulina, perbedaan pH media yang digunakan, cahaya selama pertumbuhan, tempat bertumbuhnya dll[24]. Selain itu spirulina yang diekstrak merupakan serbuk kering dimana pengeringan mikroalga dapat mempengaruhi bahkan merusak senyawa antioksidan. Sampel segar akan memiliki aktivitas antioksidan yang lebih baik dari pada sampel kering terlebih sampel tersebut sudah lama disimpan.

Perbedaan nilai IC_{50} pada VCO juga di jumpai pada berbagai literatur. Pada peneliti Yuniawaerti E.W.Y., *et al* 2018 yang menyatakan antioksidan Virgin Coconut Oil dengan menggunakan metode yang sama yaitu uji dengan DPPH mendapatkan nilai IC_{50} 58,70 mg/L[25] sedangkan pada penelitian Pulung M.L,

et al 2016 yang menyatakan VCO fermentasi memiliki aktivitas antioksidan yang dinyatakan dengan nilai IC_{50} sebesar 20,89 mg/L[26]. Perbedaan aktivitas antioksidan dipengaruhi oleh kandungan senyawa antioksidan yang terdapat dalam sampel. Perbedaan kandungan senyawa VCO dipengaruhi oleh jenis kelapa yang digunakan, kematangan buah kelapa dan proses fermentasi yang dilakukan.

3.5 Evaluasi Sediaan Krim

Tujuan utama dari formulasi ekstrak fikosianin dan VCO (*Virgin Coconut Oil*) kedalam bentuk sediaan krim adalah untuk meningkatkan efektivitas dari fikosianin dan VCO (*Virgin Coconut Oil*) dalam perannya sebagai anti oksidan dalam memperbaiki kulit yang rusak akibat terjadinya ROS (*Reactive Oxygen Species*) dan kemampuannya melindungi kulit dari bahaya sinar UV yang akan menyebabkan terjadinya penuaan (aging). Hal tersebut dikarenakan krim dapat menghantarkan sediaan obat lebih cepat pada lapisan kulit dibandingkan dengan sediaan topikal lainnya. Selain itu krim memiliki struktur yang lembut, tidak lengket, dan mudah mengering sehingga memudahkan saat dicuci[27].

Evaluasi krim dilakukan bertujuan untuk menentukan formulasi krim yang terbaik antar ketiga sediaan (Krim A, Krim B, Krim C).

a. Evaluasi organoleptik

Hasil uji organoleptik meliputi warna, bau dan tekstur dari masing masing sediaan krim yang akan disajikan pada tabel 4.1

Tabel 2 Kandungan Fenolik Total Daun dan Kulit Batang Jambu Air Putih

Krim	Warna	Bau	Tekstur	Visualisasi
Krim A (2% fikosianin : 1 % VCO)	Biru pekat	Bau khas yang pekat	Halus dan lembut	
Krim B (1,5% fikosianin : 1,5 % VCO)	Biru muda	Bau khas	Halus dan lembut	
Krim C (1% fikosianin : 2 % VCO)	Biru pastel	Bau khasnya lebih lembut	Halus dan lembut	

Tabel 4.1. menunjukan perbedaan komposisi perbandingan bahan aktif yang digunakan menyebabkan perbedaan bentuk fisik pada masing masing krim. Perbedaan terjadi pada warna dan bau dari krim. Fikosianin merupakan pigmen warna biru pekat, dengan meningkatnya konsentrasi fikosianin yang diberikan maka akan menyebabkan warna biru pada krim menjadi lebih pekat. Hal ini sebanding dengan penelitian yang dilakukan oleh Rini (2018) yang menyatakan bahwa seiring dengan penambahan konsentrasi fikosianin pada krim maka warna krim yang dihasilkan akan menjadi lebih pekat[28]. Pada parameter bau krim juga menunjukan dengan meningkatnya konsentrasi fikosianin maka bau khas yang terdapat pada krim juga meningkat. Ini menandakan bahwa bau khas pada krim berasal dari fikosianin. Pada parameter tekstur dari krim tidak memiliki perbedaan yang besar, ini dikarenakan fikosianin mudah larut dalam fasa air sehingga tidak menyebabkan fikosianin tersebut bertekstur besar dan menyebabkan krim menjadi kasar.

Perbedaan konsentrasi dari VCO juga tidak memberikan pengaruh besar pada tekstur namun Pada penelitian Hasbuan (2011) menyatakan bahwa krim yang mengandung VCO memberikan tekstur lembut dan halus pada kulit[29]. Perbedaan tektur tidak tertera dirasakan dikarenakan perbedaan konsentrasi VCO tidak terlalu besar.

b. Uji Homogenitas

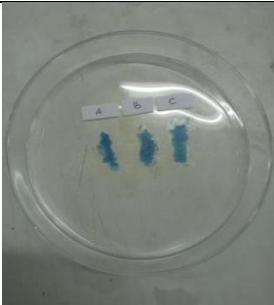
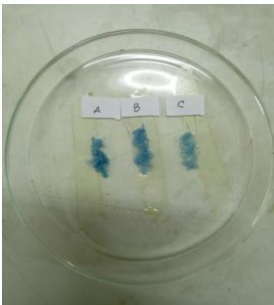
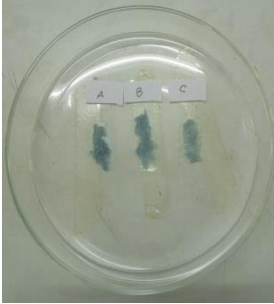
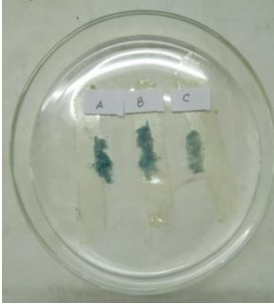
Uji homogenitas yang bertujuan untuk melihat keadaan fisik krim dilakukan selama 21 hari. Hasil uji homogenitas krim dilihat pada tabel 4.2.

Degradasi fisik ditandai dengan adanya perubahan wujud sediaan krim yang dapat dilihat secara visual yaitu yang awal nya kental menjadi cair, munculnya bintik bintik, dan munculnya gelembung busa. Terjadinya degradasi fisik menandai bahwa krim tidak tahan dalam proses penyimpanan . Dari tabel hasil pengamatan dapat diihat tidak terjadi degradasi fisik pada krim. Krim yang disimpan selama 21 hari masih kental, tidak ditemukannya bintik bintik dan

gelembung. Ini menandakan homogenisasi fasa krim dilakukan dengan baik dan krim dapat bertahan dalam proses penyimpanan. Homogenisasi suatu krim dipengaruhi oleh komposisi dan proses pembuatan krim tersebut. Pada penelitian ini memiliki metode pembuatan yang sama dengan Samsudin (2018) yang mana pada penelitiannya menunjukan bahwa homogenitas krim

baik ditandai dengan tidak adanya perubahan degradasi fisik krim selama proses penyimpanan[17]. Namun secara organoleptik terjadi pemudaran warna pada krim. Ini terjadi karena diketahui zat warna fikosianin mudah terdegradasi dalam waktu tertentu. Ini bisa di akali dengan penambahan zat yang dapat mengawetkan warna krim.

Tabel 3 hasil uji homogenitas pada sedian krim

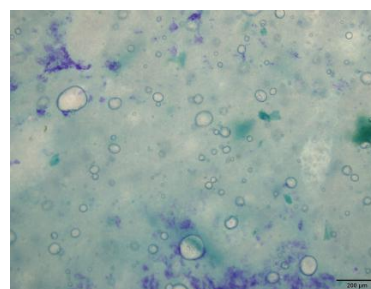
Hari ke-	Krim A	Krim B	Krim C	Visual
Hari ke-0	Kental, tidak berbintik, tidak terdapat gelembung busa	Kental, tidak berbintik, tidak terdapat gelembung busa	Kental, tidak berbintik, tidak terdapat gelembung busa	
Hari ke-7	Kental, tidak berbintik, tidak terdapat gelembung busa	Kental, tidak berbintik, tidak terdapat gelembung busa	Kental, tidak berbintik, tidak terdapat gelembung busa	
Hari ke-14	Kental, tidak berbintik, tidak terdapat gelembung busa	Kental, tidak berbintik, tidak terdapat gelembung busa	Kental, tidak berbintik, tidak terdapat gelembung busa	
Hari ke-21	Kental, tidak berbintik, tidak terdapat gelembung busa	Kental, tidak berbintik, tidak terdapat gelembung busa	Kental, tidak berbintik, tidak terdapat gelembung busa	

c. *Analisa Pengukuran Ph*

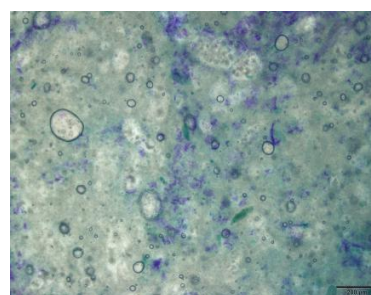
Parameter pH krim merupakan parameter yang penting untuk di tentukan. Kulit wajah merupakan kulit yang sensitif pada perubahan perubahan pH yang terlalu ekstrem. K Krim yang memiliki pH yang tidak sesuai akan menimbulkan kerusakan kulit seperti munculnya jerawat dan bercak pada kulit sehingga kulit terlihat kusam oleh karna itu kesesuaian pH sangat penting. pH krim yang sesuai dengan kulit adalah rentang pH 4,2 - 5,6[30]. Pada penelitian ini didapatkan pH krim A adalah 5,192 , krim B memiliki pH 5,133 sedangkan krim C memiliki pH 5,126. Perbedaan pH krim yang didapatkan menunjukkan bahwa dengan bertambahnya konsentrasi fikosianin maka akan menurunkan pH pada krim, hal ini berbeda dengan penelitian yang dilakukan oleh Rini (2015) menyatakan bahwa dengan semakin besarnya konsentrasi fikosianin yang terdapat dalam krim maka pH krim akan semakin kecil[31]. Hal ini dipengaruhi dengan kombinasi konsentrasi VCO pada sediaan krim. Perbedaan konsentrasi kandungan VCO juga memberi pengaruh terhadap pH krim. Dengan bertambahnya konsentrasi VCO dalam krim akan menyebabkan penurunan pH, ini serupa dengan penelitian Muawanah (2014) yang menyatakan bahwa dengan bertambahnya konsentrasi VCO pada krim akan menyebabkan penurunan pH krim dikarenakan bertambahnya kandungan asam lemak. Semakin banyaknya jumlah asam lemak pada sediaan maka jumlah H^+ yang terdisosiasi semakin besar sehingga berdampak pada semakin rendahkan pH sediaan yang dihasilkan[32]. Dari data yang didapatkan dapat disimpulkan bahwa ketiga sediaan krim aman untuk di aplikasikan karena memiliki rentang pH yang sama dengan kulit.

d. *Uji Ukuran Krim*

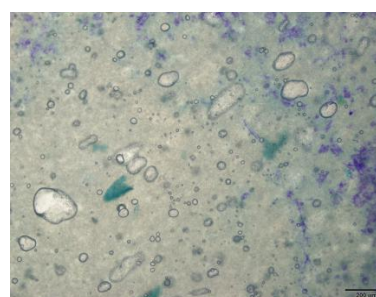
Krim adalah bentuk sediaan setengah padat yang terdiri dari fasa air dan fasa minyak. Pengujian tipe emulsi ketiga krim dilakukan dengan menggunakan mikroskop pada pada pembesaran 400x dan hasilnya ditunjukkan pada gambar 4.4



a



b



C

Gambar 4 Hasil uji tipe sediaan krim (a) krim A, (b) krim B dan (c) krim C

Dari hasil yang didapatkan menunjukkan tidak adanya perbedaan tipe krim pada sediaan krim A, krim B dan krim C. ketiga krim menunjukkan adanya titik titik pada sediaan yang menandakan bahwa sediaan krim tersebut termasuk kedalam tipe air dalam minyak (A/M). Ini terjadi karena adanya penambahan konsentrasi

bahan aktif VCO pada sediaan krim dimana VCO merupakan zat yang berfasa minyak sehingga dengan menambah konsentrasi fasa minyak pada krim akan menyebabkan tipe emulsi pada krim menjadi tipe air dalam minyak (A/M) yang berarti air terdispersi didalam minyak. Pengaruh kandungan VCO terhadap tipe krim yang didapatkan juga ditunjukkan oleh Rahmawati (2017) yang menyatakan bahwa penambahan kandungan minyak pada krim akan menyebabkan jumlah fasa minyak menjadi lebih besar dan fasa air akan terdispersi didalam minyak[33] Penambahan bahan aktif fikosianin tidak memberikan pengaruh pada sediaan dikarenakan fikosiani yang diberikan berupa bubuk yang akan larut pada fasa air di basis krim dimana konsentrasi fasa air pada ketiga krim sama. Krim tipe emulsi A/M sering disebut dengan nama cold cream biasanya lebih disukai karena memberika rasa dingin dan nyaman pada kulit dan juga memberi efek melembabkan. Krim tipe A/M lebih lama

terserap dari pada krim tipe M/A, karna hal ini diharapkan krim lebih lama memberi efek melindungi kulit dari sinar matahari. Krim tipe A/M diketahui memiliki stabilitas yang lebih baik dari pada krim tipe M/A sehingga sediaan krim lebih tidak mudah rusak.

3.6 Hasil Pengujian Aktivitas Antioksidan

Penentuan nilai SPF, %Te dan %Tp pada penelitian ini bertujuan sebagai parameter dalam menentukan potensi tabir surya pada krim.

Penentuan nilai SPF dilakukan den alat Spektrofotomer UV - Vis pada panjang gelombang 290 nm - 320 nm yang merupakan panjang gelombang sinar UV-B karena sinar UV-B merupakan sinar UV yang dapat menembus lapisan epidermis kulit dan kerusakan pada struktur dan fungsi kulit. Nilai SPF pada masing masing krim dilihat pada tabel 4.3.

Tabel 4 Nilai SPF masing masing sediaan krim

Panjang gelombang (nm)	EE × I	Absorban		
		Krim A	Krim B	Krim C
290	0,0150	0,324	0,278	0,290
295	0,0817	0,287	0,248	0,265
300	0,2874	0,268	0,230	0,254
305	0,3278	0,256	0,220	0,246
310	0,1864	0,252	0,212	0,240
315	0,0839	0,251	0,206	0,238
320	0,0180	0,245	0,202	0,234
Nilai SPF		2,6169	2,2309	2,4850

Dari hasil yang didapatkan ketiga krim memiliki nilai SPF yang berbeda namun memiliki selisih yang tidak jauh dimana nilai SPF yang paling besar yaitu krim A yaitu 2,6169 selanjutnya krim C 2,4850 sedangkan krim B memiliki nilai yang lebih rendah yakni 2,2309. Ketiga sediaan krim dikategorikan kepada proteksi minimal mengacukkepada FDA karena memiliki nilai rentang 1-4. Perbedaan nilai ini dikarenakan komposisi bahan aktif dalam krim berbeda. Krim A yang memiliki komposisi fikosianin yang lebih banyak dari VCO memiliki nilai SPF lebih besar

menandakan fikosianin lah yang memberikan efek tabir surya yg paling besar. Ini dikarenakan fikosianin dalam sel mikroalga *Spirulina* memiliki peran membantu klorofil dalam berfotosintesis dengan menangkap sinar UV. Menurut Hell (1999) fikosianin merupakan salah satu dari 3 pigmen (klorofil, karoten) yang mampu menangkap radiasi yang tersedia dari matahari paling efisien. Fikosianin memiliki gugus -COOH dan mengandung bilin kromofor dan koefisien absorpsi tinggi di wilayah visible[34]. Karena itu krim yang mengandung fikosianin lebih banyak memiliki aktifitas tabir surya

yang lebih besar karena dapat menangkap sinar UV sehingga sinar UV tersebut terperangkap dan tidak bisa menembus kulit.

Krim C yang memiliki komposisi VCO lebih banyak memiliki nilai SPF yang tidak jauh beda dari krim A. ini memandakan bahwa VCO juga memiliki sifat tabir surya. VCO dapat menyerap matahari karena adanya gugus karbositat pada asam lemak. Kandungan tokoferol pada VCO juga memberikan serapan UV karena adanya cincin kromanol.

% Te (persen transmittan eritema) dan % Tp (persen transmisi pigmentasi) ditentukan untuk melihat kemampuan sediaan krim melindungi kulit pada sinar UV. % Te (persen transmittan eritema) digunakan untuk menunjukkan perlindungan terhadap sinar matahari B yang bisa menyebabkan terjadinya *sunburn* (eritema/kerutan). Eritema adalah suatu kondisi dimana timbulnya bercak kemerahan pada kulit akibat terpapar sinar matahari yang akan menyebabkan terjadinya kerusakan fungsi dan tekstur kulit. Ditemukannya kerutan pada kulit menandakan bahwa kulit telah mengalami aging/ penuaan. % Tp (persen transmisi pigmentasi) menunjukkan kemampuan sediaan dalam perlindungan terhadap UV A yang efektif menyebabkan terjadinya pigmentasi atau berubahnya warna kulit menjadi kecoklatan. Ini terjadi karena UV A dapat merangsang aktifnya enzim tirosinase dalam membentuk melanin guna untuk melindungi kulit dari efek sinar matahari. Paparan sinar UVA pada area tertentu menyebabkan kulit menjadi belang. Terjadinya perubahan warna kulit menjadi lebih gelap sangat dihindari karena dapat mengurangi estetika kulit dan meandakan kulit yang kurang sehat. Nilai %Te dan %Tp berbanding lurus dengan banyaknya sinar UV yang diteruskan kekulit oleh suatu sediaan kosmetik sehingga dapat disimpulkan bahwa krim A,B dan C memiliki aktivitas tabir surya yang tinggi dilihat dari %Te dan %Tp yang rendah

yang berarti sinar UV yang merusak hanya sedikit yang dapat masuk ke kulit.

Ketiga krim memiliki perlindungan yang berbeda dilihat dari nilai %Te dan %Tp yang dihasilkan. Nilai %Te masing masing krim berturut turut adalah 0,5668 untuk krim A, 0,5891 untuk krimB dan 0,628 untuk krim C. dari hasil yang didapatkan menandakan krim efektif dalam melindungi kulit dari UV B dan dikategorikan kedalam sunblock karena memiliki nilai <1. Sunblock adalah sediaan yang menyerap hampir semua sinar UV. Untuk efektivitas krim dalam melindungi kulit dari UV A yang dinyatakan dalam %Tp memiliki nilai yang berbeda namun hampir sama yaitu 0,608 untuk krim a, 0,615 untuk krim B dan 0,621 untuk krim C. ketiga krim memiliki nilai yang rendah yaitu <1 namun nilai tersebut tidak masuk kedalam range dalam kategori tabir surya untuk % Tp. Ini menandakan ketiga krim tidak memiliki efektivitas dalam melindungi kulit terhadap sinar UV A. Suatu sediaan tabir surya yang hanya memiliki aktivitas dalam menangkal sinar UV B saja juga ditemukan pada penelitian Widiastuti *et al.* 2015 yang menggunakan ekstrak kulit buah naga supermerah[35].

Tabel 5 evaluasi tabir sura masing masing sediaan krim

KRIM	UJI	NILAI	KATEGORI
KRIM A	SPF	2,6169	Proteksi minimal
	%Te	0,5668	<i>Sunblock</i>
	%Tp	0,608	-
KRIM B	SPF	2,2309	Proteksi minimal
	%Te	0,5891	<i>Sunblock</i>
	%Tp	0,615	-
KRIM C	SPF	2,4850	Proteksi minimal
	%Te	0,628	<i>Sunblock</i>
	%Tp	0,621	-

Efektivitas krim sebagai tabir surya yang dinyatakan dengan nilai SPF, % Te dan % Tp yang ditunjukkan dengan tabel di atas menyatakan bahwa krim A lebih

efektif dibanding krim B dan Krim C. Dimana diketahui semakin besar nilai SPF dan semakin kecil nilai % Te dan % Tp maka semakin efektif sediaan tersebut dalam melindungi kulit terhadap efek buruk sinar matahari.

Efektivitas tabir surya krim A yang memiliki nilai SPF 2,6169 menurut FDA sudah dapat digolongkan produk krim tabir surya yang termasuk kedalam tipe proteksi minimal namun produk yang dihasilkan memiliki nilai yang rendah jika dibandingkan dengan produk krim komersial yang beredar dipasaran. Pratama W.A., et al (2015) dalam penelitiannya melakukan pengukuran nilai SPF pada 5 sampel produk krim tabir surya yang beredar dipasar semarang memiliki nilai SPF rata rata 15-18[36]. Pengujian nilai SPF produk komersial krim tabir surya yang beredar dipasaran juga dilakukan oleh Pratiwi R.R et al., (2016) yang melakukan pengukuran nilai SPF pada 7 produk komersial krim tabir surya pada beberapa titik dikota bandung mendapatkan hasil yang beragam dengan nilai yang paling tinggi adalah 29,4 namun pada salah satu sampel memiliki nilai yang jauh lebih rendah yaitu bernilai 2,3[37]. Nilai SPF produk Krim A dinilai lebih baik dibandingkan salah satu produk krim komersial yang diteliti Pratiwi R.R et al., (2016) namun masih belum bisa bersaing dengan produk produk komersial lain yang diketahui memiliki nilai SPF lebih tinggi.

4 Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa fikosianin *Spirulina platensis* dan VCO memiliki aktifitas antioksidan yang tergolong kuat yaitu 97,533 mg/L untuk fikosianin dan 66,246 mg/L untuk VCO. Pada uji fisik krim menunjukan bahwa ketiga krim memiliki stabilitas yang sama dimana selama 21 hari disimpan krim tidak menunjukan terjadinya degradasi fisik. Ketiga krim dikategorikan aman untuk kulit karena memiliki pH pada range yang aman untuk kulit yaitu 4,2- 5,6 yang merujuk kepada standar dari departemen

kesehatan RI, 1985. Pada efektivitas krim sebagai tabir surya yang dinyatakan dalam SPF, % Te dan % Tp memiliki nilai yang tidak jauh berbeda karena perbedaan konsentrasi ketiga krim juga sedikit. Ketiga krim memiliki SPF yang dikategorikan proteksi minimal dan % Te yang dikategorikan sunblock. Dari ketiga krim disimpulkan efektivitas tabir surya yang terbaik terletak pada krim A karena memiliki nilai SPF paling besar dan nilai % Te paling kecil.

Referensi

1. Svobodova A, Psotova J, Walterova D. Natural Phenolics in The Prevention of UV-induced Skin Damage. A review. *Biomed Pap Med Fac Univ Palacky Olomouc Czech Repub* 2003;147:137-45.
2. Rabe, J.H., Mamelak, A.J., Mc Elgunn, P., Morison, W.L., Sauder, D.N. Photoaging : Mechanism and Repair, Continuing Medical Education. *American Academy of Dermatology*, 2006. Inc. p.1-19
3. Rauf A., Suryaningsih., Yasin R.A. Penentuan Aktivitas Potensi Tabir Surya Ekstrak Kulit Buah Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia*) Secara In Vitro. *JF FIK UINAM*, 2017, Vol. 5 No.3.2017
4. Mishra K., Mishra A., and Chattopadhyay. Herbal Cosmeceuticals For Photoprotection From Ultraviolet B Radiation: A Review. *Topical journal of Pharmaceutical Research*, 2011, Vol. 10 no,3 :351-360
5. Nurdianti L., Tuslinah L. Uji Efektivitas Antioksidan Krim Ekstrak Etanol Daun Katuk (*Sautopus Androgynus (L) Merr*) Terhadap DPPH. *Jurnal kesehatan bakti tunas hasada*, 2017, Vol. 17 No. 1
6. Couteau C., and L. Coiffard. Seaweed in Health and, Disease Prevention. *Chapter 14: Seaweed Application in Cosmetic. Edited by J. Fleurence and I. Levine. Elsevier*, 2016, 423-441.
7. Agustina, S., Novi N.A, dan Eva O. Ekstraksi Antioksidan *Spirulina* sp. Dengan Menggunakan Metode Ultrasonikasi dan Aplikasinya untuk

- Krim Kosmetik. *Jurnal Kimia dan Kemasan*, 2018, 40(2),105-116
8. Oktora, A. R, W.F Ma'ruf, and T.W Agustini. Pengaruh Penggunaan Senyawa Fiksator Terhadap Stabilitas Ekstrak Kasar Pigmen β -KAROTEN Mikroalga *Dunaliella Salina* Pada Kondisi Suhu Berbeda. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 2016, 19 (3): 206–13.
 9. Liu, Q., Huang, Y., Zhang, R., Cai, T. and Cai, Y. Medical Application of *Spirulina platensis* Derived C-phycocyanin. *Evidence-based complementary and alternative medicine*, 2016, 2016.
 10. Aulia, I.U.M, Bambang S., dan Akhmad S. Pengaruh Konsentrasi Virgin Coconut Oil Terhadap Stabilita Emulsi Kosmetik dan Nilai Sun Protection Factor. *Berkala mipa*, 2014, 24(1)
 11. Duwi, Sica L., Syukur S., Syafrizayanti, Djong Hon Tjong, and Purwati E. The Effect of Virgin Coconut Oil (VCO) as an Antidiabetic and on Lipid Profile in Alloxan-Induced White Male Mice (*Mus musculus*). *International Research Journal of pharmac*, 2019.
 12. Syukur, S., Syafrizayanti, rajangukguk, H., Syaputri, Y., and Iwahashi, H. Probiotic Research in Several Products of Virgin Coconut Oil From Padang, Indonesia. *Jurnal of Physics*, 2018, Conf. Series 1116
 13. Buwono N. R., dan Nurhasanah R. Q. Studi Pertumbuhan Populasi *Spirulina* Sp. Pada Skala Kultur Yang Berbeda. *JIPK*. 2018, Vol. 10 No. 1; 2018
 14. Afriani, S., Uju., Setyaningsih, I . Komposisi Kimia *Spirulina* *Platensis* Yang Dikultivasi Dalam Fotobioreaktor Dengan Fotoperiode Berbeda. *jphpi* 2018, 21 (3), 471-479
 15. Szwarc, D., Zieliński, M., Effect of Lighting on the Intensification of Phycocyanin Production in a Culture of *Arthrospira platensis*. *Proceedings* 2018, 2(20), 1305.
 16. Rahmawati, S.I., S. Hidayatulloh, dan M. Suprayatmi. Antioksidan Extraction of Phycocyanin from *Spirulina Plantesis* for Biopigment and Antioxidant. *Jurnal Pertanian* 2017, 8 (1): 36–45
 17. Shamsuddin, A. M., sekar, s., musa a.z., 2018. Formulation and Evaluation Of Antiaging Cream Containing Mangiferin. *Int. Res,J. Pharm.* 2018,9 (6)
 18. Putrinesia, I.; tobing, Y.P.L .; Asikin, N., Rahmalia, W. Formulasi Dan Uji Aktivitas Krim Pengkelat Merkuri Berbahan Dasar Ekstrak Etanol Alga Coklat (*Sargassum* sp). *ALCHEMY jurnal penelitian kimia*, 2018, Vol 14 (1) 152-163
 19. Setiawan T. Uji Stabilitas Fisik Dan Penentuan Nilai SPF Krim Tabir Surya Yang Mengandung Ekstrak Daun The Hijau *Camellia Sinensis* L., Oktal Metaoksinamat Dan Titanium Dioksida. Skripsi. Fakultas matematika dan ilmu pengetahuan alam. Progam sarjana farmasi. Depok : universitas indonesia. 2010.
 20. Manirafasha, E., *et al.* Enhacement Of Cel Growth and Phycocyanin Production In *Arthrospira* (*Spirulina*) *Platensis* By Metabolic Stressand Nitrate Fed-Batch. *Bioresource technology*, 2018, 255 293-301.
 21. Romay C., Gonzalez R., Lendon N., Ramirez D., Rimbau V. C-Phycocyanin : A Billiprotein With Antioxidant, Anti-Inflammatory, and Neuroprotective Effects. *Current Protein And Peptide Science*, 2003, 4 : 207- 216
 22. Kumalaningsih S. Antioksidan Alami. *Trubus angrisarana*. 2006. Surabaya
 23. Ridlo A., Sedjati S., Supriyantini E. Aktivitas Anti Oksidan Fikosianin Dari *Spirulina* Sp. Menggunakan Metode Transfer Elektron Dengan DPPH. *Jurnal kelautan tropis*, 2015, Vol. 18(2);58-63
 24. Wang L., Pan B., Sheng J., Xu J., Hu Q. Antioxidant Activity Of *Spirulina* *Platensis* Extracts By Supercritical Carbon Dioxide Extraction. *Food chemistry*, 2007, 105:36-41
 25. Yuniawarti E.Y.W., Saraswati T.R., dan Kusdiyanti E. Aktivitas Antioksidan Berbagai Minyak Edible

- Menggunakan Metode DPPH. *Buletin Anatomi dan Fisiologi*. 2018. vol. 3 no 1
26. Voigt, R. Buku Pelajaran Teknologi Farmasi. Diterjemahkan oleh Soewandi, S.N. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta, 1984.
 27. Pulung M.L., Yogaswara R., dan Sianipar F.R.D.N. Potensi Antioksidan dan Antibakteri Virgin Coconut Oil Dari Tanaman Kelapa Asal Papua. *Chem. Prog.* 2016. Vol 9 no 2
 28. Rini. Formulasi Dan Evaluasi Krim Anti Anging Dengan Variasi Konsentrasi Fikosianin Spirulina Platensis Serta Uji Aktivitas Antioksidan. Skripsi. 2018. Universitas Sriwijaya
 29. Hasabuan, S.S. Penggunaan Minyak Kelapa Murni (VCO) Sebagai Pelembab Dalam Sediaan Krim. *Skripsi*, fakultas farmasi, Universitas Sumatera Utara, Medan, 2011.
 30. Departemen Kesehatan Republik Indonesia. Formularium Kosmetika Indonesia. *Departemen Kesehatan RI*. Jakarta, 1985.
 31. Rini. Formulasi Dan Evaluasi Krim Anti Anging Dengan Variasi Konsentrasi Fikosianin Spirulina Platensis Serta Uji Aktivitas Antioksidan. Skripsi. 2018. Universitas Sriwijaya
 32. Muawanah, I. A.U. Pengaruh Konsentrasi Virgin Coconut Oil (VCO) Terhadap Emulsi Kosmetik Dan Nilai Sun Factor Protektion. *Berkala MIPA*. 2014. 20 (4)
 33. Rahmawati, F. L. Formulasi Krim Niasinamida Tipe A/M Dengan Fasa Minyak Mengandung VCO. Skripsi. 2017. Universitas Muhamadiyah Malang
 34. Hell and K.K Rao. Photosynthesis Sixth Edition. *United Kigdom At The University Press. Cambridge*, 1999.
 35. Widyastuti, Fratama R.I., Seprialdi A. Pengujian Aktivitas Antioksidan Dan Tabir Surya Ekstrak Etanol Kulit Buah Naga Super Merah (*Hylocereus Costaricensis* (F.A.C. Weber) Britton And Rose). *Scientia* 2015, Vol 5 No.2
 36. Pratama W.A., dan Zulkarnain A.K. Uji Invitro Dan Sifat Fisik Beberapa Produk Tabir Surya Yang Beredar Dipasaran. *Majalah Farmaceutik*, 2015. Vol 11 no 1
 37. Pratiwi R.R., Budiman S., dan Hadisoebroto. Penetapan Kadar Nilai SPF Dengan Menggunakan Spektrofotometer UV-VIS Pada Krim Pencerah Wajah Yang Mengandung Tabir Surya Yang Beredar Di Kota Bandung. *Presiding seminar nasional kimia UNJANI-HKI* 2016

CAMPURAN KARBON AKTIF DARI AMPAS KOPI DAN KULIT KACANG TANAH SEBAGAI ELEKTRODA SUPERKAPASITOR

Olly Norita Tetra, Hermansyah Aziz, Ilman Gilang Perkasa SM*

Laboratorium Elektro/Fotokimia, Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas, Kampus Limau Manis, Padang, 25163 Indonesia

*Email: ilmangilangpsm@gmail.com

Abstrak: Pembuatan karbon aktif dari limbah ampas kopi dan kulit kacang tanah sebagai bahan elektroda superkapasitor telah dilakukan pada suhu 400°C selama 2 jam dengan menggunakan aktivator ZnCl_2 . Karbon aktif yang dihasilkan dikarakterisasi dengan *Scanning Electron Microscopy – Energy Dispersive X-Ray* (SEM-EDX), *Fourier Transform Infrared* (FTIR) dan *Surface Area Analyzer* (SAA). Nilai kapasitansi superkapasitor dengan elektroda campuran dari karbon aktif ampas kopi dan kulit kacang tanah mampu meningkatkan nilai kapasitansi sebesar 79 kali dibandingkan dengan nilai kapasitansi superkapasitor yang berbahan karbon aktif dari ampas kopi. Pada perbandingan massa campuran karbon aktif ampas kopi dan kulit kacang (1:2), menggunakan elektrolit H_3PO_4 0,3 N, waktu pengisian 30 menit, dan frekuensi LCR meter 100 Hz didapatkan nilai kapasitansi sebesar 0,561 μF dengan konduktivitas $57,567 \times 10^{-8} \Omega^{-1}\text{cm}^{-1}$.

Kata Kunci: Karbon Aktif, Ampas Kopi, Kulit Kacang Tanah, Superkapasitor, Kapasitansi

1. Pendahuluan

Kebutuhan energi akan sebanding dengan laju pertumbuhan populasi manusia di muka bumi ini, sumber energi dari bahan bakar fosil tidak akan mencukupi kebutuhan energi di masa depan, oleh karena itu kebutuhan energi di masa depan dapat dipenuhi dengan memanfaatkan energi terbarukan seperti energi matahari dan angin. Namun, penggunaan energi terbarukan terdapat kekurangan seperti, keberadaan energi yang tidak selalu tersedia misalnya energi matahari tidak tersedia pada malam hari, karena keterbatasan tersebut, maka dibutuhkan suatu perangkat penyimpanan yang digunakan untuk dapat memanfaatkan energi terbarukan tersebut [1].

Salah satu perangkat penyimpanan energi yaitu superkapasitor / *Electrochemically Double-Layer Capacitors* (EDLC), superkapasitor menggunakan prinsip fisika yaitu perpindahan muatan dengan membentuk lapis rangkap listrik dalam proses penyimpanan energi, berbeda dengan baterai yang menggunakan prinsip reduksi-oksidasi dalam penyimpanan energi [2].

Elektroda berpori sangat berperan penting dalam perangkat penyimpanan superkapasitor, salah satu material berpori yaitu karbon, penggunaan bahan karbon berpori telah banyak digunakan sebagai elektroda superkapasitor, penggunaan limbah biomassa sebagai bahan baku

pembuatan karbon memiliki banyak kelebihan yaitu ketersediaan yang melimpah di alam, menghemat biaya, mampu mengatasi masalah pencemaran lingkungan [3]. Penggunaan limbah ampas kopi dan kulit kacang tanah sebagai bahan karbon aktif telah banyak dilakukan dalam proses penjernihan air, penyerapan gas, dan lain sebagainya [4,5].

Penambahan dan pencampuran karbon aktif dengan karbon aktif lain yang berasal dari sumber biomassa berbeda akan meningkatkan kinerja elektroda dalam penyimpanan, karena ada nya variasi struktur mesopori dan mikropori [6]. Proses aktivasi sangat dibutuhkan dalam proses aktivasi, penggunaan aktivator kimia sangat berperan dalam pembersihan pori dari pengotor, beberapa aktivator yang dapat digunakan yaitu KOH, NaOH, ZnCl_2 , H_2SO_4 dan lain sebagainya [7].

2. Metodologi Penelitian

2.1 Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah hot plate (IKA'C-MAGHS4), oven (Naberthem), furnace (Naberthem), ayakan 45 μm , ampelas, kabel buaya, neraca analitik (Mettler PM4000), peralatan gelas laboratorium, charger (*Handphone* Nokia 5V), pH meter, LCR-Meter (SANWA LCR700), SEM-EDX (Jeol JSM 6510LA), FTIR (Shimadzu 8400), dan SAA (Autosorb-1).

2.2 Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah limbah ampas kopi (diambil dari 3 warung Mie Aceh yang berbeda di Kota Padang; Jl. By Pass, Jl. Gunung Pangilun, Jl. Ahmad Yani), limbah kulit kacang tanah (diambil di Matur, Kabupaten Agam), ZnCl_2 (Merck), HCl , H_3PO_4 , PVA (Polivinil Alkohol), akuades, lem kertas, plat tembaga, kaca dan penjepit kertas.

2.2 Prosedur Penelitian

2.2.1 Preparasi Karbon Aktif Ampas Kopi dan Kulit Kacang Tanah

Limbah ampas kopi dan kulit kacang tanah dicuci dengan air mengalir, lalu dikeringanginkan dan dioven pada suhu $\pm 110^\circ\text{C}$ selama ± 5 jam sampai didapatkan massa konstan. Kemudian dikarbonasi pada suhu 400°C selama 2 jam, karbon dihaluskan dan diayak dengan ayakan $45\ \mu\text{m}$, selanjutnya karbon direndam dengan ZnCl_2 20% dengan perbandingan massa karbon dan ZnCl_2 adalah 1:2, lalu diaduk hingga homogen dan didiamkan selama ± 4 jam dan disaring, lalu difurnace pada suhu 400°C selama 2 jam. Setelah itu, karbon dicuci dengan HCl 0,1 M, dibilas dengan akuades dan dipanaskan pada suhu $\pm 110^\circ\text{C}$ selama ± 5 jam sampai didapatkan massa konstan.

2.2.2 Karakterisasi Karbon Aktif

Karbon aktif ampas kopi dan kulit kacang tanah dikarakterisasi dengan *Scanning Electron Microscopy – Energy Dispersive X-Ray* (SEM-EDX), *Fourier Transform Infrared* (FTIR) dan *Surface Area Analyzer* (SAA).

2.2.3 Pembuatan Separator Elektrolit

Separator dibuat dengan cara melarutkan 1 gram padatan PVA ke dalam masing-masing 20 mL larutan H_3PO_4 0,1 N, 0,2 N, 0,3 N, 0,4 N dan 0,5 N diaduk pada suhu 45°C hingga homogen, dan dituang ke cawan petri, lalu dibiarkan hingga kering.

2.2.4 Perakitan Superkapasitor

Plat tembaga di potong dengan ukuran $3 \times 3\ \text{cm}^2$, lalu plat di ampelas dan dibersihkan dari pengotor, direkatkan campuran karbon aktif pada plat tembaga dengan menggunakan lem kertas, dan ditempatkan separator diantara dua elektroda dengan rangkaian menumpuk seperti *sandwich*. Rangkaian superkapasitor dieratkan dengan plat kaca dan dijepit dengan penjepit kertas.



Gambar 1. Model Perakitan Superkapasitor

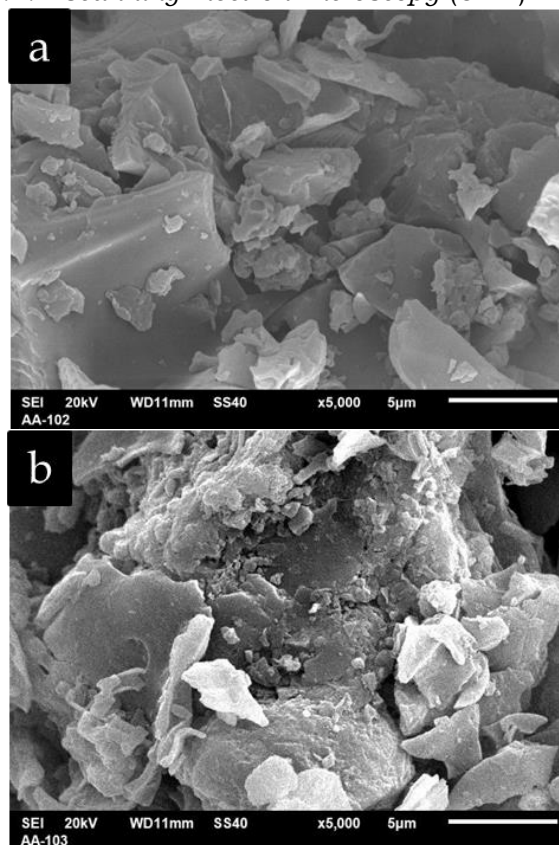
2.2.5 Pengukuran Sifat Listrik dari Rangkaian Superkapasitor

Dilakukan pengukuran nilai induktansi (L), kapasitansi (C), dan resistansi (R) dari rangkaian superkapasitor dengan menggunakan alat LCR-meter.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Karakterisasi Karbon Aktif Ampas Kopi dan Kulit Kacang Tanah sebagai Bahan Elektroda

3.1.1 Scanning Electron Microscopy (SEM)



Gambar 2. Hasil SEM dengan Perbesaran 5.000 kali dari Karbon Aktif (a) Ampas Kopi dan (b) Kulit Kacang Tanah

Berdasarkan hasil SEM pada Gambar 2, dapat dilihat morfologi permukaan dari karbon aktif (a) ampas kopi dan (b) kulit kacang tanah, pada kedua gambar terlihat bahwa pori pada kedua karbon tidak begitu jelas. Pemanasan pada suhu yang tinggi

akan membuka pori pada karbon, namun jika suhu yang digunakan lebih tinggi maka dapat merusak struktur dari karbon aktif [8]. Oleh karena pori yang tidak jelas, maka diperlukan analisis lebih lanjut dengan menggunakan analisis BET dan BJH.

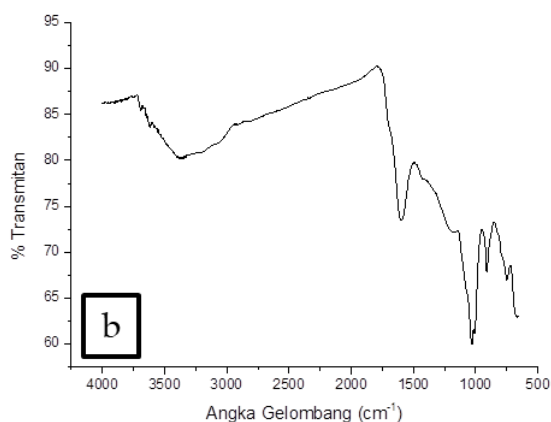
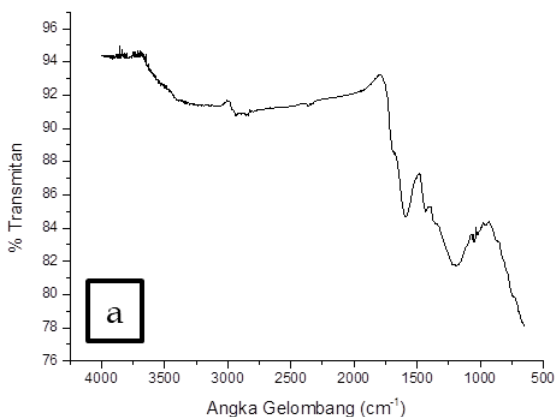
3.1.2 Energy Dispersive X-Ray (EDX)

Tabel 1. Komposisi Karbon Aktif Ampas Kopi dan Kulit Kacang Tanah Berat (%)

Unsur	Ampas Kopi	Kulit Kacang Tanah
C	72,48	62,82
O	10,92	19,31
Cu	7,97	5,61
Zn	4,89	3,19
Cl	3,74	3,52
Si	-	2,91
Al	-	1,97
Fe	-	0,66

Dari data EDX dapat dilihat bahwa unsur karbon pada karbon aktif ampas kopi (72,48%) lebih banyak dibandingkan dengan karbon aktif kulit kacang tanah (62,82%), adanya unsur O berasal dari sisa pemutusan ikatan lignin, selulosa, hemiselulosa, unsur Zn dan Cl berasal dari sisa aktivator $ZnCl_2$ serta sisa pencucian dengan HCl [9], dan unsur lainnya berasal dari sisa mineral yang ada pada limbah biomassa [10].

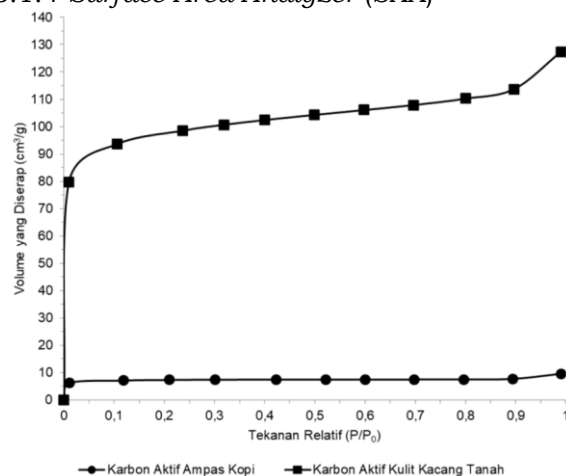
3.1.3. Fourier Transform Infrared (FTIR)



Gambar 3. Spektrum FTIR dari Karbon Aktif (a) Ampas Kopi dan (b) Kulit Kacang Tanah

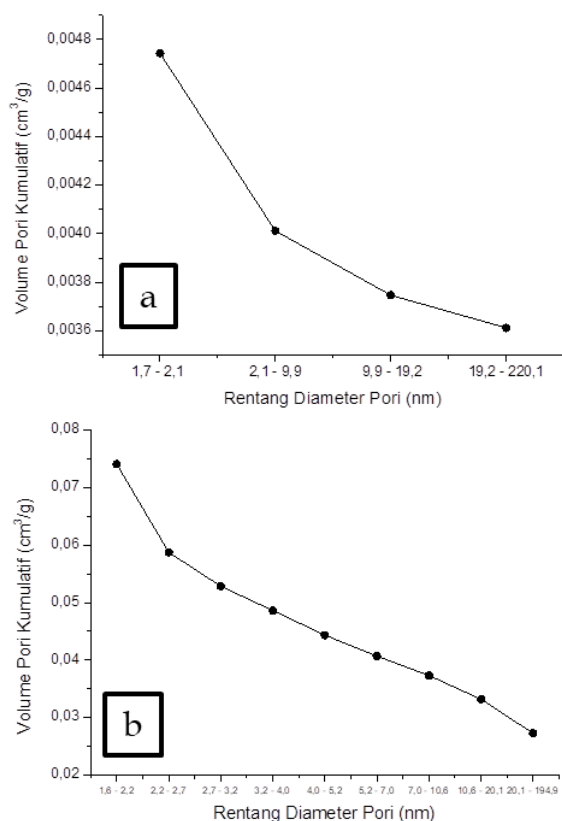
Karbon aktif memiliki gugus fungsi permukaan yang berasal dari sisa pemutusan ikatan pada lignin, selulosa, dan hemiselulosa. Pada spektrum FTIR karbon aktif ampas kopi (Gambar 3a) terdapat serapan O-H pada angka gelombang 3075 cm^{-1} , serapan C-H alifatik pada angka gelombang 2857 cm^{-1} , serapan C=C aromatik pada angka gelombang 1593 cm^{-1} , dan serapan C-O pada angka gelombang 1189 cm^{-1} . Sedangkan pada Gambar 3b merupakan spektrum FTIR dari karbon aktif kulit kacang tanah, terdapat serapan O-H pada angka gelombang 3375 cm^{-1} , serapan C=C aromatik pada angka gelombang 1598 cm^{-1} , dan serapan C-O pada angka gelombang 1029 cm^{-1} . Gugus-gugus fungsi inilah nantinya akan membantu dalam proses penyimpanan muatan pada rangkaian superkapasitor.

3.1.4 Surface Area Analyzer (SAA)



Gambar 4. Kurva Adsorpsi Isoterm BET dari Karbon Aktif Ampas Kopi dan Kulit Kacang Tanah

Berdasarkan analisis BET, luas permukaan karbon aktif ampas kopi ($22,8043 \text{ m}^2/\text{g}$) lebih kecil dibandingkan luas permukaan karbon aktif kulit kacang tanah ($301,7102 \text{ m}^2/\text{g}$), semakin luas permukaan karbon aktif maka kontak karbon aktif dengan muatan akan semakin besar, sehingga dalam penyimpanan muatan akan lebih baik [11]. Pada Gambar 4 merupakan kurva isoterm BET, dapat dilihat bahwa kurva isoterm karbon aktif ampas kopi merupakan isoterm tipe II yang struktur dominan mesopori, sedangkan kurva isoterm karbon aktif kulit kacang tanah merupakan isoterm tipe I yang struktur dominan mikropori [12].



Gambar 5. Kurva Distribusi Ukuran Pori dari Karbon Aktif (a) Ampas Kopi dan (b) Kulit Kacang Tanah

Pada kurva distribusi pori karbon aktif ampas kopi (Gambar 5a) memiliki volume pori kumulatif yang kecil, hal ini karena pada karbon aktif ampas kopi memiliki struktur mesopori yang tidak dapat menyimpan dengan baik, sedangkan pada karbon aktif kulit kacang tanah (Gambar 5b)

memiliki volume pori kumulatif yang lebih besar, dikarenakan struktur mikropori yang mampu menyimpan lebih baik dibandingkan mesopori.

3.2 Pengukuran Sifat-sifat Listrik

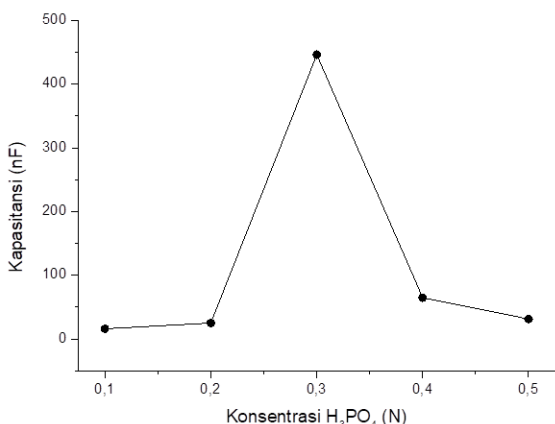
3.2.1 Pengaruh Perbandingan Massa Karbon Aktif Ampas Kopi dan Kulit Kacang Tanah pada Elektroda Superkapasitor terhadap Nilai Kapasitansi

Tabel 2. Pengaruh Perbandingan Massa Karbon Aktif terhadap Nilai Kapasitansi

Perbandingan Massa Karbon Aktif (Ampas Kopi : Kulit Kacang Tanah)	Kapasitansi (nF)
1 : 0	0,219
0 : 1	13,612
1 : 1	12,550
1 : 2	17,475
1 : 3	4,742
1 : 4	3,601
1 : 5	2,605
2 : 1	1,975
2 : 3	5,035
3 : 1	3,710

Perbandingan massa campuran karbon aktif mampu mempengaruhi nilai kapasitansi rangkaian superkapasitor, hal ini dikarenakan adanya variasi ukuran pori pada campuran karbon aktif, dimana mesopori berfungsi untuk distribusi atau meneruskan muatan dan mikropori berfungsi menyimpan muatan [13]. Pada Tabel 2 dapat dilihat bahwa pada perbandingan massa 1 : 2 memiliki nilai kapasitansi yang paling besar, hal ini dikarenakan campuran mesopori dari ampas kopi dan mikropori dari kulit kacang tanah ideal dalam penyimpanan muatan.

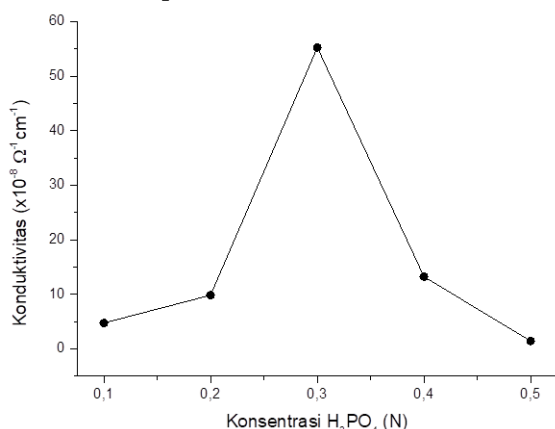
3.2.2 Pengaruh Variasi Konsentrasi Elektrolit H_3PO_4 pada Rangkaian Superkapasitor terhadap Nilai Kapasitansi



Gambar 6. Pengaruh Konsentrasi H_3PO_4 terhadap Nilai Kapasitansi

Berdasarkan Gambar 6, dapat dilihat bahwa pada konsentrasi H_3PO_4 0,3 N memiliki nilai kapasitansi tertinggi yaitu sebesar 446 nF, hal ini karena pada konsentrasi 0,3 N merupakan konsentrasi yang ideal dengan jumlah muatan yang pas dalam proses penyimpanan muatan pada superkapasitor. Pada konsentrasi dibawah 0,3 N, jumlah muatan belum cukup banyak tersedia untuk disimpan pada elektroda, sedangkan pada konsentrasi besar dari 0,3 N jumlah muatan berlimpah sehingga terjadi penumpukan muatan yang mengganggu proses penyimpanan dan terjadi kerusakan pada separator karena konsentrasi yang tinggi dapat merusak PVA [14].

3.2.3 Pengaruh Variasi Konsentrasi H_3PO_4 pada Rangkaian Superkapasitor terhadap Nilai Konduktivitas

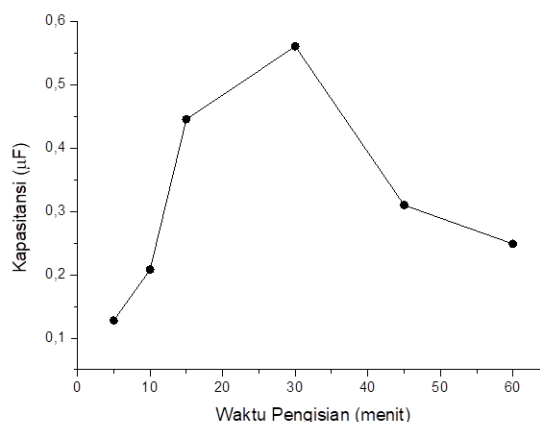


Gambar 7. Pengaruh Konsentrasi H_3PO_4 terhadap Nilai Konduktivitas

Kemampuan suatu bahan dalam menghantarkan arus listrik atau konduktivitas dapat dipengaruhi oleh konsentrasi elektrolit dengan keasaman

tertentu, sehingga akan menghasilkan nilai konduktivitas yang bervariasi pada rangkaian superkapasitor [15]. Pada Gambar 7 dapat dilihat bahwa pada konsentrasi H_3PO_4 0,3 N didapatkan nilai konduktivitas terbesar yaitu $55,281 \times 10^{-8} \Omega^{-1} \text{cm}^{-1}$, hal ini disebabkan jumlah ion yang banyak dalam menghantarkan arus listrik, tetapi pada konsentrasi lebih dari 0,3 N nilai konduktivitas menurun karena adanya penumpukan muatan yang mengganggu perpindahan muatan pada permukaan elektroda.

3.2.4 Pengaruh Waktu Pengisian pada Rangkaian Superkapasitor terhadap Nilai Kapasitansi



Gambar 8. Pengaruh Lama Waktu Pengisian terhadap Nilai Kapasitansi

Pada proses pengisian terjadi perpindahan muatan dari separator menuju elektroda, Gambar 8 menunjukkan bahwa pada lama pengisian 30 menit didapatkan nilai kapasitansi tertinggi yaitu 0,561 μF dengan konduktivitas $57,567 \times 10^{-8} \Omega^{-1} \text{cm}^{-1}$. Pada waktu pengisian kurang dari 30 menit muatan pada separator belum seluruhnya berpindah ke elektroda sehingga didapatkan kapasitansi yang kecil, sedangkan pada waktu pengisian yang lebih dari 30 menit terjadi kerusakan pada separator PVA yang disebabkan oleh panas yang dihasilkan saat proses pengisian sehingga kerjadinya tumpang tindih elektroda pada superkapasitor [16].

3.2.5 Hubungan Kapasitansi, Muatan, dan Jumlah Elektron Superkapasitor

Tabel 3. Pengaruh Perbandingan Massa Karbon Aktif terhadap Nilai Kapasitansi

Konsentras i Larutan Elektrolit (N)	Kapasitansi i (μF)	Muatan n ($\times 10^{-3}$ C)	Jumlah Elektro n ($\times 10^{15}$ e $^{-}$)
0,1	0,0162	1,567	9,742
0,2	0,0252	2,444	15,194
0,3	0,4460	43,193	268,581
0,4	0,0649	6,289	39,109
0,5	0,0315	3,047	18,947

Nilai kapasitansi dari rangkaian superkapasitor akan sebanding dengan muatan dan jumlah elektron, hal ini karena 1 Faraday sebanding dengan $6,022 \times 10^{23}$ e $^{-}$ dan 96487 Coulomb [17]. Adapun muatan yang didapatkan berasal dari ion-ion yang terdapat pada separator, dengan adanya arus listrik maka muatan akan mengalir dari separator menuju elektroda [18].

Berdasarkan Tabel 3, nilai kapasitansi tertinggi dengan menggunakan larutan elektrolit dengan konsentrasi 0,3 N yaitu 0,4460 μF dengan muatan $43,194 \times 10^{-3}$ C dan jumlah elektron $268,581 \times 10^{15}$ e $^{-}$. Pada konsentrasi besar dari 0,3 N, terjadi kerusakan pada separator sehingga nilai kapasitansi, muatan, dan jumlah elektron mengalami penurunan.

4. Kesimpulan

Dari hasil yang didapatkan dari penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa campuran karbon aktif ampas kopi dan kulit kacang tanah dapat digunakan sebagai bahan elektroda superkapasitor, campuran ini mampu memberikan kenaikan nilai kapasitansi sebesar 79 kali dari nilai kapasitansi karbon aktif ampas kopi (72,48%) lebih banyak dibandingkan unsur karbon pada karbon aktif kulit kacang tanah (62,82%), tetapi luas permukaan karbon aktif ampas kopi (22,8043 m^2/g) lebih kecil dibandingkan luas permukaan karbon aktif kulit kacang tanah (301,7102 m^2/g). Pencampuran karbon aktif mampu memberikan variasi struktur mesopori dari karbon aktif ampas kopi dan struktur mikropori dari karbon aktif kulit kacang tanah. Pada perbandingan massa campuran karbon aktif ampas kopi dan kulit kacang tanah 1 : 2, larutan H_3PO_4 0,3 N, ukuran plat elektroda $3 \times 3 \text{ cm}^2$, waktu pengisian 30 menit didapatkan nilai kapasitansi tertinggi yaitu 0,561 μF dengan konduktivitas $57,567 \times 10^{-8} \Omega^{-1}\text{cm}^{-1}$.

Referensi

1. Ellabban, O., Abu Rub H., Blaabjerg, F.; Renewable Energy Resources: Current Status, Future Prospects and Their Enabling Technology. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2014, 39: 748-764.
2. Béguin, F., Frackowiak, E.; Carbons for Electrochemical Energy Storage and Conversion Systems. CRC Press. 2010.
3. Ping, Y., Han, J., Li, J., Xiong, B., Fang, P., He, D.; N, S co-doped Potous Carbons from Natural Juncus effuses for High Performance Supercapacitors. Diamond and Related Materials. 2019, 100.
4. Chiang, C.H., Chen, J., Lin, J.H.; Preparation of Pore Size Tunable Activated Carbon Derived from Waste Coffee Grounds for High Adsorption Capacities of Organic Dyes. Journal of Environmental Chemical Engineering. 2020, 8(4).
5. Wang, S., Nam, H.; Preparation of Activated Carbon from Peanut Shell with KOH Activation and It's Application for H_2S Adsorption in Confined Space. Journal of Environmental Chemical Engineering. 2020, 8(2).
6. Chao, P., Xing-bin, Y., Ru-tao, W., Jun-wei, L., Yu-jing, O., Qun-ji, X.; Promising Activated Carbons Derived from Waste Tea Leaves and Their Application in High Performance Supercapacitors Electrodes. Electrochimica Acta. 2013: 401-408.
7. Diao, Y.L., Walawender, W.P., Fan, L.T.; Activated Carbons Prepared from Phosphoric Acid Activation of Grain Sorghum. Bioresource Technology. 2002, 81: 45-52.
8. Ahmed, S., Ahmed, A., Rafat, M.; Investigation on Activated Carbon Derived from Biomass Butnea monosperma and It's Application as a High Performance Supercapacitor Electrode. Journal of Energy Storage. 2019, 26.
9. Gurten, Inal I., Aktas, Z.; Enhancing The Performance of Activated Carbon Based Scalable Supercapacitors by Heat Treatment. Applied Surface Science. 2020, 514.
10. Ahmed, S., Ahmed, A., Rafat, M.; Supercapacitor Performance of Activated Carbon Derived from Rotten Carrot in Aqueous, Organic and Ionic Liquid Based Electrolytes. Journal of Saudi Chemical Society. 2018, 22(8): 993-1002.

11. Khawaja, M.K., Khamfar, M.F., Oghlenian, T., Alnahar, W.; Fabrication and Electrochemical Characterization of Graphene Oxide Supercapacitor Electrodes with Activated Carbon Current Collectors on Graphite Substrates. *Computers and Electrical Engineering*. 2020, 85.
12. Thommes, M., Kaneko, K., Neimark, A.V.; Physisorption of Gases with Special Reference to The Evaluation of Surface Area and Pore Size Distribution (IUPAC Technical Report). *Pure Applied Chemistry*. 2015, 87: 1051-1069.
13. Shaji, A., Zachariah, A.K.; Surface Area Analysis of Nanomaterials Vol 3 Elsevier Inc. 2017.
14. Qu, D.Y., Shi, H.; Studies of Activated Carbons Used in Doublelayer Capacitors. *Journal of Power Sources*. 1998, 74: 99-107.
15. Pradana, H.Y.; Sintesis Rgo/Glukosa dengan Variasi Perbandingan Massa dan Proses Eksfoliasi secara Kimia untuk Bahan Elektroda Superkapasitor. Skripsi Fakultas MIPA, Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya. 2017.
16. Sutrisno, A., Bambang, S.C., Widodo, Saroja, G.; Studi Pengukuran Kapasitansi dan Konstanta Dielektrik pada Cabe Merah (*Capsicum Annum L.*) Giling. FMIPA Universitas Brawijaya Malang.
17. Miller, J.R., Simon, P.; Electrochemical Capacitors for Energy Management. *Science*. 2008, 321: 121-160.
18. Figueira, M.M., Volesky, B., Mathieu, H.J.; Instrumental Analysis Study of Iron Species Biosorption by Sargassum Biomass. *Environmental Science & Technology*. 1999. 33(11): 1840-1846.

Pengaruh Polisakarida dari Mikroalga *Scenedesmus dimorphus* sebagai Antioksidan untuk Mencegah Penuaan Dini pada Mencit Putih (*Mus musculus*)

Armaini, Abdi Dharma, Rusda Selvia*

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

*Email : rusdaselvia@gmail.com

Abstrak

Polisakarida dari mikroalga *Scenedesmus dimorphus* mengandung senyawa yang memiliki aktivitas antioksidan, sehingga dapat menangkal radikal bebas. Pada penelitian ini dilakukan penentuan aktivitas antioksidan dari polisakarida yang diekstraksi dari *Scenedesmus dimorphus* serta mengevaluasi aktivitas antioksidan enzimatis setelah pemberian polisakarida *Scenedesmus dimorphus* terhadap pencegahan penuaan dini pada mencit putih. Pemberian induksi D-galaktosa dapat menurunkan aktivitas enzim SOD, katalase, dan meningkatkan kadar MDA sebagai penanda terjadinya penuaan dini, pemberian ekstrak polisakarida dapat meningkatkan kembali kadar enzim sampai keadaan normal. Ekstrak polisakarida *Scenedesmus dimorphus* dilakukan pengujian terhadap aktivitas antioksidan in vitro dan antioksidan in vivo. Pada evaluasi antioksidan in vitro memberikan aktivitas antioksidan tertinggi pada konsentrasi 1,6 mg/mL dengan %aktivitas scavenging sebesar 84,84%. Sementara untuk %aktivitas scavenging terhadap radikal superoksida tertinggi pada konsentrasi 2,0 mg/mL sebesar 54,61%. Nilai aktivitas enzim SOD, katalase dan MDA tertinggi berturut-turut yaitu 21,89 U/mL, 11,94 Unit/mg, dan 2,39 nmol/mL pada pemberian ekstrak polisakarida *S. dimorphus* 0,8mg/g BB. Senyawa-senyawa sebagai antioksidan dapat membantu antioksidan enzimatis lebih bekerja efektif dalam mencegah kerusakan sel akibat *reactive oxidatif species* (ROS). Polisakarida dari mikroalga *Scenedesmus dimorphus* dapat digunakan sebagai agen antioksidan potensial dan berpotensi dalam menangkal radikal bebas untuk mencegah terjadinya penuaan dini.

Kata Kunci : *Scenedesmus dimorphus*, antioksidan, radikal bebas, penuaan dini.

1. Pendahuluan

Penuaan adalah salah satu masalah kesehatan bagi masyarakat. Selain dapat menurunkan kinerja, penuaan dapat menurunkan daya tahan tubuh, mengakibatkan gangguan koordinasi dan regulasi, dan meningkatkan kerentanan sistem tubuh terhadap berbagai gangguan dari lingkungan. Penuaan ini tidak dapat dihindari tetapi dapat diperlambat. Salah satu cara pencegahan penuaan yaitu mengenal faktor-faktor yang berpengaruh pada penuaan¹.

Salah satu proses penuaan yang paling umum dijumpai yaitu pada kulit, dimana proses ini menyebabkan perubahan histologis pada lapisan kulit. Penuaan yang terjadi pada kulit disebabkan oleh faktor intrinsik dan faktor ekstrinsik. Faktor intrinsik yang menyebabkan terjadinya penuaan dini adalah peningkatan radikal bebas dan kerusakan DNA. Sedangkan faktor ekstrinsik yang mempengaruhi terjadinya penuaan dini adalah sinar UV dan merokok. Organ kulit dibentuk dari jaringan ikat yang terdiri atas komponen selular dan matriks ekstraseluler. Matriks ekstraseluler mengandung dua makro

molekul utama, salah satunya kolagen. Kolagen inilah yang akan dipengaruhi oleh proses penuaan. Baik faktor intrinsik maupun ekstrinsik akan mengakibatkan mekanisme penuaan pada kulit yang berbeda. Adanya gangguan faktor intrinsik mengakibatkan peningkatan radikal bebas dan pemendekan telomere yang nantinya akan menyebabkan penurunan produksi kolagen. Faktor ekstrinsik yaitu sinar UV dan merokok menyebabkan pertumbuhan abnormal elastin².

Paparan sinar UVA dan B dalam sinar matahari menginduksi terbentuknya *Reactive Oxygen Species* (ROS) dalam kulit dan mengakibatkan stress oksidatif bila jumlah ROS tersebut melebihi kemampuan pertahanan antioksidan dalam sel kulit. Secara alami kulit memiliki agen antioksidan untuk mencegah ROS dan mencegah ketidakstabilan sel kulit. Namun efek paparan UV dari sinar matahari dapat meningkatkan ROS, sehingga menimbulkan stress oksidatif yang berujung pada rusaknya sel. Radikal yang menyebabkan lisis pada protein, membran lipid dan DNA. ROS juga dapat menginduksi kematian sel berupa apoptosis atau nekrosis, yang diindikasikan dengan adanya keriput dan kekeringan pada

kulit. Akumulasi ROS menyebabkan indikasi penuaan kulit seperti inflamasi pada jaringan kutaneus, melanoma dan kanker kulit³.

Dalam beberapa tahun terakhir, penggunaan mikroorganisme seperti mikroalga, mendapat perhatian yang meningkat karena kandungan *phytometabolic* yang beragam dengan berbagai struktur kimia dan aktivitas biologis. Mikroalga merupakan sumber biomasa yang mengandung beberapa komponen penting diantaranya karbohidrat, protein, asam lemak. Polisakarida yang diisolasi dari mikroalga memiliki sifat antioksidan yang signifikan secara in vitro dan memiliki kemampuan menangkal radikal superoksida, radikal hidroksil dan hidroksil peroksida secara lebih efektif⁴.

Mikroalga merupakan salah satu sumber antioksidan dan pigmen alami yang aman digunakan sebagai zat aditif maupun dalam kosmetik. Polisakarida dari mikroalga memiliki aktivitas antioksidan melalui dua mekanisme antioksidan, yaitu radikal bebas menangkap hidrogen dari antioksidan sehingga terbentuk kompleks antioksidan radikal yang stabil. Selanjutnya antioksidan mendeaktivasi radikal bebas dengan transfer elektron tunggal. Antioksidan alami dapat menghambat terjadinya proses oksidasi oleh radikal bebas serta dapat menurunkan resiko kanker⁵.

Jenis polisakarida lainnya sebagai antiaging seperti fukoidan turunan dari alga coklat telah menunjukkan inhibisi pada ekspresi UVB terinduksi MMP-1 secara in vitro yang menunjukkan penekanan pada Extracellular Signal Regulated Kinase. Penelitian oleh Senni et al.(2006) juga menunjukkan secara in vitro bahwa 16 kDa fukoidan dapat menekan induksi MMP-3 pada fibroblast dermal. Secara in vivo, 16 kDa fukoidan dapat menurunkan aktivitas leukosit elastase sehingga melindungi keelastisan jaringan kulit dalam menghadapi enzim proteolitik. Fukoidan memiliki potensi dalam mengurangi resiko peradangan yang meliputi degradasi matriks ekstraseluler pada MMP14.

Berbagai mikroalga air, salah satunya ganggang hijau *Scenedesmus* telah banyak diteliti karena dapat dimanfaatkan sebagai bioresources dalam berbagai aplikasi seperti nutrisi tambahan manusia, produk farmasi dan kosmetik serta antioksidan. Senyawa antioksidan yang terkandung di dalam mikroalga sebagai pigmen adalah klorofil, karotenoid, dan fikobiliprotein. Klorofil merupakan jenis pigmen yang terkandung

hampir semua jenis mikroalga. Bahan kosmetik yang memanfaatkan kandungan atau ekstrak dari mikroalga memiliki potensi permintaan yang tinggi, apalagi jika dikombinasikan dengan antioksidan atau bahan kimia bioaktif, serta dengan pengembangan produk untuk melindungi kulit dari kerusakan akibat sinar matahari (anti UV atau sun block). Mikroalga dapat meningkatkan kualitas kulit dengan meregenerasi sel, merangsang pertumbuhan sel kulit baru, memperkuat kulit dalam menangkal paparan sinar UV, menangkal radikal bebas karena kandungan antioksidan, melembabkan sel kulit, mencegah penuaan dini, mencegah keriput, mendetoksi dan mengoksigenasi sel kulit dengan kandungan mineralnya, dan membantu membuka pori-pori kulit untuk meningkatkan kinerja pembersih kulit^{6,7}. Oleh karena itu, penelitian ini berfokus untuk menyelidiki potensi polisakarida yang diekstraksi dari *Scenedesmus dimorphus* dan mengevaluasi aktivitas antioksidan *Scenedesmus dimorphus* serta menentukan efek anti aging dari ekstrak polisakarida *Scenedesmus dimorphus* yang diuji pada hewan mencit putih.

2. Metodologi Penelitian

2.1 Alat

Alat yang digunakan meliputi peralatan gelas, sentrifugator, autoclave, neraca analitik, sonikator, vakum, oven, kandang untuk pemeliharaan mencit, tempat air minum dan makan mencit, timbangan analitik, gelas ukur dan pengaduk, alat bedah (skapel, pinset, gunting, jarum), jaring kawat, tabung sonde, tabung EDTA dan kertas label.

2.2 Bahan

Pada penelitian ini bahan yang digunakan adalah mikroalga *Scenedesmus dimorphus* yang telah dibiakkan di laboratorium Biokimia Universitas Andalas, medium bbm, akuades, dan mencit putih, asam trikloroasetat, dan D-galaktosa. Buffer fosfat, Buffer Tris-HCl, larutan pirogalol, H₂O₂, asam salisilat, buffer kalium fosfat, KCl, Xantin, EDTA. Etanol, HCl dan bahan kimia lainnya adalah kelas analitis.

2.3 Prosedur Penelitian

a) Pembuatan Media Pertumbuhan

Untuk pemeliharaan sel mikroalga *Scenedesmus dimorphus* ditumbuhkan pada *Bold Basal Medium*. Pembuatan medium dilakukan dengan melarutkan nutrient (NaNO₃ 10mL/L, MgSO₄ 7H₂O 10mL/L, NaCl 10mL/L, K₂HPO₄ 10mL/L, KH₂PO₄ 10mL/L, CaCl₂·2H₂O 10mL/L, H₃BO₃ 1mL/L, trace element 1 mL/L dan EDTA 1mL/L). Larutan dipindahkan kedalam

wadah botol steril lalu disterilkan dengan autoclaveselama 15 menit untuk pencegahan kontaminasi. Kemudian didinginkan hingga suhu ruang sebelum digunakan.

b) Kultivasi Mikroalga

Sebelum dikultivasi, morfologi isolat mikroalga *Scenedesmus dimorphus* diamati menggunakan mikroskop cahaya dengan pembesaran 1000x.

1. Pengamatan fase pertumbuhan *Scenedesmus dimorphus*
Pengamatan terhadap fase pertumbuhan *Scenedesmus dimorphus* dilakukan setiap 2 hari sekali. Diukur kepadatan selnya (*Optical Density*) dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 680 nm. Kurva pertumbuhan dibuat dengan cara memplotkan antara hari (X) dengan nilai serapan (Y)⁵.

2. Pemanenan mikroalga

Biomassa mikroalga dipanen pada fasa stasioner. Mikroalga dipanen dengan cara disentrifugasi dengan kecepatan 3000 gravitasi selama 10 menit pada suhu ruang. Kemudian dikering anginkan untuk memperoleh biomasa kering³.

c) Ekstraksi dan pemurnian polisakarida dari *Scenedesmus dimorphus*

Polisakarida diekstraksi dengan metode ekstraksi *ultra-sonic-assisted*. Langkah pertama, bubuk *Scenedesmus dimorphus* mentah dilarutkan dalam air suling (1:30 w/v) dalam rendaman ultrasonik pra-pemanasan pada 60°C selama 24 menit dengan 300 W. Setelah itu, campuran diinkubasi pada 90°C selama 2 jam dan disentrifugasi pada 4500 rpm selama 15 menit untuk memisahkan pelet. Supernatan terkonsentrasi pada 1/5 volume awal dengan vakum pada 55°C dan kemudian dicampur dengan asam trikloroasetat (TCA) untuk menghilangkan protein bebas dan didialisis dengan air suling untuk menghilangkan molekul kecil. Etanol secara perlahan ditambahkan ke konsentrasi akhir 40% (v/v) dan sampel disimpan pada 4°C semalam. Setelah sentrifugasi dan pengeringan beku, polisakarida yang dimurnikan dari *Scenedesmus dimorphus* dikumpulkan.

d) Uji Aktivitas Antioksidan in Vitro

1. Aktivitas scavenging radikal hidroksil
Radikal hidroksil sangat berumur pendek secara in vivo, tetapi masih berbahaya bagi organisme. Oleh karena itu, penghilangan radikal hidroksil penting untuk mencegah kerusakan sel. Aktivitas radikalisasi radikal hidroksil dari sampel diukur sesuai dengan metode yang dijelaskan sebelumnya (Sies,

1993). Konsentrasi yang berbeda dari larutan PCP (0,4, 0,8, 1,2, 1,6 dan 2,0 mg / mL) disiapkan. Dan, 1 mL FeSO₄ (9 mM), 1 mL asam salisilat – etanol (9 mM), dan 1 mL H₂O₂ (9 mM) ditambahkan ke 1 mL larutan PCPPs (0,4, 0,8, 1,2, 1,6 atau 2,0 mg/mL) . Setelah inkubasi pada 37°C selama 30 menit, absorbansi diukur pada 510 nm. Aktivitas scavenging dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$\% \text{ aktivitas scavenging OH}^- = \left[\frac{A_0 - A_1}{A_0} \right] \times 100 \%$$

Dimana A₁ adalah absorbansi sampel, dan A₀ adalah absorbansi standar (air bukan H₂O₂). Asam askorbat digunakan sebagai kontrol positif.

2. Aktivitas Radikal Superoksida

Aktivitas scavenging radikal superoksida dari sampel diukur sesuai dengan metode yang dijelaskan sebelumnya (Halliwell, Gutteridge, & Aruoma, 1987) dengan beberapa modifikasi. Campuran reaksi termasuk 2,5 mL buffer Tris-HCl (50 mM, pH 8.2, diinkubasi pada 25 ° C sebelum pengujian), 0,6 mL larutan pirogalol (25 mM) dan 4 mL sampel. Setelah inkubasi pada 25 ° C selama 5 menit, reaksinya adalah diakhiri dengan menambahkan 1 mL HCl (8 mM), dan absorbansi diukur pada 560 nm. Aktivitas scavenging dihitung berdasarkan rumus berikut:

$$\% \text{ aktivitas scavenging O}_2^- = \left[\frac{A_0 - A_1}{A_0} \right] \times 100 \%$$

Dimana A₁ adalah absorbansi akhir dari sampel, dan A₀ adalah absorbansi standar (larutan pyrogallol).

e) Perlakuan pada Hewan Percobaan

Sebanyak seratus dua puluh ekor mencitputih diletakkan di dalam kandang mencit dan ditutup dengan jaring kawat besi dalam kondisi yang terkendali. Mencit sebelum diberi perlakuan, harus terlebih dahulu diaklimatisasi. Aklimatisasi bertujuan untuk membuat mencit dapat beradaptasi dengan lingkungan dan kondisi di laboratorium. Sebanyak 60 ekor mencit diaklimatisasi selama 7 hari. Aklimatisasi penting dilakukan karena sifat mencit yang sangat dipengaruhi oleh lingkungan sekitarnya. Setelah periode aklimatisasi 7 hari, semua hewan secara acak dibagi menjadi lima kelompok (12 ekor dalam setiap kelompok). Setiap mencit diberi perlakuan dengan rentang waktu pengamatan 7- 21 hari. Pemberian induksi D-galaktosa dilakukan setelah masa aklimatisasi, dimana 4 kelompok diberi induksi D-galaktosa (25% w/v) agar mencit mengalami stress oksidatif dan 1 kelompok normal yang diberi pakan biasa. Setelah masa aklimatisasi mencit akan

ditimbang berat badannya sebanyak 4 kali yaitu pada saat sebelum perlakuan, setelah 7 hari pemberian mikroalga, 14 hari pemberian mikroalga dan 21 hari.

Tabel 1. Rancangan hewan percobaan

Kelompok	Perlakuan
K normal	Pelet dan air minum biasa
K sakit	Pelet, air, dan induksi (0,2 mL D-galaktosa) 25% (w/v)
K Obat	Pelet, air, dan (Vitamin E)
P1 (dosis rendah)	0,2 mg/gBB ekstrak polisakarida
P2 (dosis tinggi)	0,8 mg/gBB ekstrak polisakarida

Hewan uji yang telah diberi perlakuan kemudian dilakukan pengambilan darah mencit dengan cara dipegang lehernya lalu bagian vena leher disayat menggunakan silet, darah yang keluar ditampung menggunakan tube, setelah terkumpul darah di sentrifus selama 20 menit untuk memisahkan antara serum dan eritrositnya. Setelah disentrifus dipisahkan antara serum dan eritrosit darah.

f) Aktivitas Antioksidan Enzimatik in Vivo

1. Penetapan Aktivitas Enzim SOD

Sebanyak 0,06 mL supernatan darah direaksikan dengan campuran yang terdiri dari 2,70 mL buffer natrim karbonat 50 mM yang mengandung 0,1 mM EDTA; 0,06 ml xantin 10 MM; 0,03 ml BSA dan 0,03 ml NBT. Selanjutnya dilakukan penambahan xantin oksidase (0,04) unit. Absorbansi yang dihasilkan setelah 30 menit diukur pada panjang gelombang 560 nm. Sebagai larutan control digunakan larutan yang dipakai dalam preparasi sampel hati yaitu PBS yang mengandung 11,5 g/L KCl.

2. Pengukuran Aktivitas Katalase
Supernatan jernih darah mencit sebanyak 0,5 ml ditambahkan kedalam 2 ml buffer kalium fosfat yang mengandung 10 mM H₂O₂. Perubahan absorbansi diukur dengan spektrofotometer UV Vis pada panjang gelombang 240 nm, dicatat setiap 15 detik selama 1 menit.

3. Pengukuran Aktivitas MDA

Sebanyak 200µL plasma dalam tabung EDTA ditambahkan 1 mL TCA 20% dan 2 mL TBA 0,067%. Larutan dicampurkan hingga homogen dengan dipanaskan di atas penangas air selama 10 menit. Setelah dingin disentrifugasi pada 3000 rpm selama 10 menit. Filtrat yang berwarna

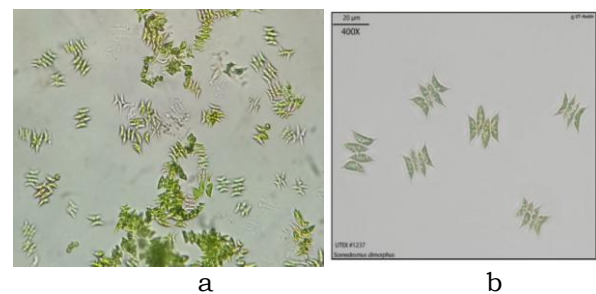
merah muda diukur serapannya pada panjang gelombang 532 nm menggunakan spektrofotometer UV-Vis.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1.1 Morfologi mikroalga

Scenedesmus dimorphus

Identifikasi morfologi *Scenedesmus dimorphus* diamati menggunakan mikroskop cahaya dengan pembesaran 1000x. Dapat dilihat pada gambar 3.1 bahwa mikroalga dari gambar a dan b adalah mikroalga dari jenis yang sama yaitu mikroalga *Scenedesmus dimorphus*. Besar sel dari *Scenedesmus dimorphus* berkisar antara 1-2 µm dan panjangnya sekitar 40 µm, bentuknya panjang lurus dan sedikit melengkung atau silindris⁸. Identifikasi mikroalga ini dilakukan saat mikroalga ditumbuhkan sebelum dilakukan pemanenan, terlihat jelas dari identifikasi bahwa mikroalga *Scenedesmus dimorphus* merupakan kultur tunggal.



Gambar 3.1

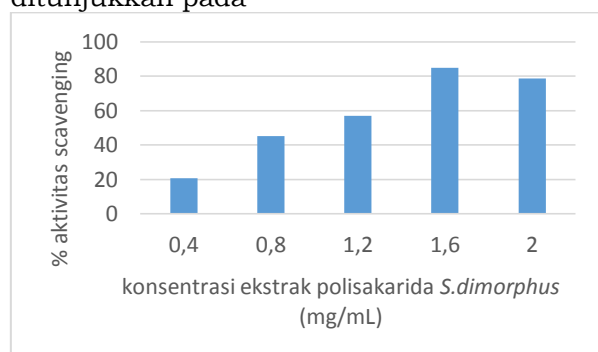
- Morfologi *Scenedesmus dimorphus* hasil pengamatan perbesaran 1000x
- Morfologi *Scenedesmus dimorphus* (Hegewald 1997, Trainor 1996)

3.1.2 Biomassa mikroalga *Scenedesmus dimorphus*

Mikroalga *Scenedesmus dimorphus* dikultur pada medium pertumbuhan BBM (Bold Basa Medium). Pertumbuhan mikroalga ditandai dengan meningkatnya jumlah produksi sel. Biomasa mikroalga *Scenedesmus dimorphus* diperoleh setelah panen pada fase eksponensial sebelum mencapai fase stationer yang ditandai dengan warna kultur yang semakin hijau dibanding pada awal waktu kultur. Pengendapan mikroalga dilakukan satu malam bertujuan untuk memisahkan antara medium dan endapan, endapan dipindahkan ke petridish agar medium yang bersisa menguap sehingga diperoleh biomasa kering. Biomassa kering inilah yang akan di ekstraksi dengan cara sonikasi menggunakan ultrasonik cleaner untuk memisahkan polisakarida dari komponen mikroalga lainnya. Jumlah ekstrak polisakarida yang didapatkan adalah sebanyak 0,033 g/mL.

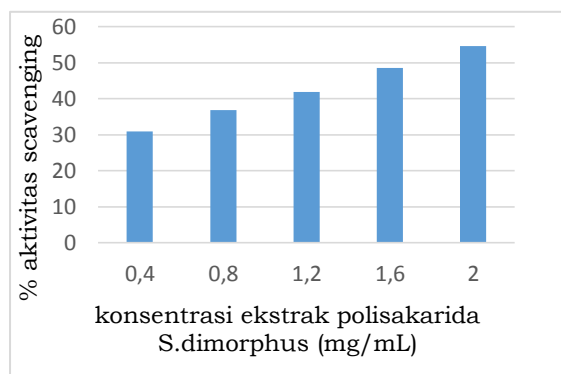
3.1.3 Aktivitas antioksidan in vitro

Aktivitas antioksidan secara in vitro dari ekstrak polisakarida *Scenedesmus dimorphus* ditentukan dengan menilai aktivitas scavenging terhadap radikal bebas. Berdasarkan hasil pengujian aktivitas scavenging menunjukkan kemampuan yang sangat baik untuk menangkal radikal hidroksil dan radikal superoksida, dimana ditunjukkan bahwa aktivitas scavenging yang terbesar pada radikal hidroksil. Radikal hidroksil adalah salah satu radikal yang paling berbahaya bagi organisme di antara spesies oksigen reaktif (ROS). Aktivitas scavenging dari ekstrak polisakarida pada radikal hidroksil ditunjukkan pada



Gambar 3.2 Aktivitas scavenging radikal hidroksil berbagai variasi konsentrasi

Ekstrak polisakarida dari mikroalga *Scenedesmus dimorphus* menunjukkan kinerja aktivitas scavenging yang sangat baik pada radikal hidroksil. Aktivitas scavenging terhadap radikal hidroksil tertinggi adalah pada konsentrasi 1,6 mg / mL dengan persen scavenging sekitar 84,84 %. Sementara sedikit menurun pada konsentrasi 2,0 mg / mL. Hal ini juga berdasarkan hasil literatur yang dilakukan bahwa mikroalga *Chlorella pyrenoidosa* juga menunjukkan hasil scavenging yang jauh lebih baik dimana didapatkan % aktivitas radikal hidroksil tertinggi sekitar 93,2 % ⁷



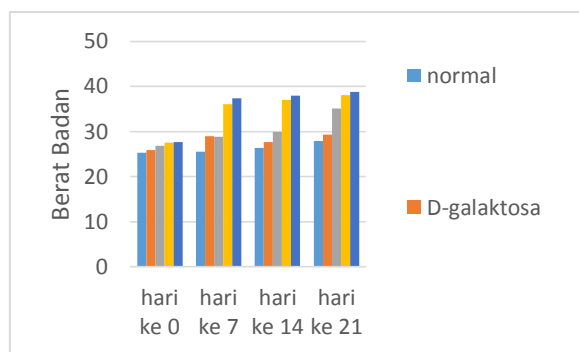
Gambar 4.3 Aktivitas scavenging radikal superoksida berbagai variasi konsentrasi

Berdasarkan hasil pengujian menunjukkan aktivitas scavenging radikal superoksida yang semakin meningkat seiring dengan penambahan konsentrasi ekstrak 2 mg/mL yang ditambahkan, dan mencapai sekitar 54,61%. Superoksida radikal adalah produk sampingan dari berbagai reaksi biologis dan fotokimia, dan salah satu faktor yang berbahaya dari radikal superoksida karena toksisitas tinggi. Ekstrak polisakarida dari mikroalga *Scenedesmus dimorphus* menunjukkan hasil yang efektif terhadap scavenging sebagian besar radikal superoksida, oleh karena itu penggunaan ekstrak ini memiliki potensi sebagai agen antioksidan⁷.

Senyawa yang dapat menghambat proses oksidasi sehingga menghambat akumulasi pembentukan radikal bebas maka senyawa tersebut dapat bertindak sebagai antioksidan sehingga berpotensi sebagai anti aging¹⁰. D-galaktosa memiliki kemampuan untuk membentuk radikal bebas serta meningkatkan produksi advance glycation end products (AGEs) yang dapat mempercepat proses penuaan fisiologis. D-galaktosa menginduksi terbentuknya Reactive Oxygen Species (ROS) dan mengakibatkan stres oksidatif bila jumlah ROS tersebut melebihi kemampuan pertahanan antioksidan dalam sel kulit. Antioksidan alami yang diperoleh dari tumbuhan telah dikembangkan untuk digunakan secara topikal untuk meminimalkan efek kerusakan dan mencegah kondisi patologi maupun fisiologi terkait dengan stres oksidatif. Tubuh manusia memiliki sistem antioksidan untuk mengenal reaktivitas radikal bebas yang secara berkelanjutan dibentuk sendiri oleh tubuh. Tetapi dalam keadaan tertentu tubuh tidak dapat mengatasinya sendiri sehingga tubuh memerlukan zat-zat antioksidan dari luar tubuh untuk mencegah terjadinya reaksi reaktif radikal bebas tersebut. Oleh sebab itu pemanfaatan polisakarida mikroalga *Scenedesmus dimorphus* sebagai antioksidan dapat bekerja secara efektif untuk menangkal radikal-radikal bebas dalam tubuh sehingga dapat mencegah terjadinya penuaan dini.

3.1.4 Penimbangan Berat Badan Mencit

Penimbangan berat badan mencit dilakukan sebelum pemberian perlakuan setiap satu minggu sekali. Penimbangan berat badan mencit ini dilakukan untuk menentukan dosis ekstrak mikroalga *S. dimorphus* yang akan diberikan. Penimbangan dilakukan pada hari ke 0, hari ke-7, hari ke 14 dan hari ke 21. Berdasarkan data berat badan mencit, pemberian induksi D-galaktosa tidak mempengaruhi berat badan mencit.



Gambar 4.4 Berat Badan Mencit 0-21 hari pengujian

3.1.5 Aktivitas antioksidan in vivo

3.1.5.1 Aktivitas enzim SOD

Pemberian perlakuan berupa polisakarida dari mikroalga *Scenedesmus dimorphus* bertujuan untuk meningkatkan kerja enzim SOD di dalam sistem tubuh. Berdasarkan uji aktivitas enzim SOD maka hasil yang dapat dilihat pada

Tabel 2. Aktivitas enzim SOD

No	Perlakuan	SOD (U/mL)		
		Hari ke 7	Hari ke 14	Hari ke 21
1	Kontrol normal	22		
2	Kontrol sakit	20,9		
3	Kontrol obat	21,7		
4	Polisakarida <i>Scenedesmus dimorphus</i> 0,2 mg/g BB		21,3	21,5
5	Polisakarida <i>Scenedesmus dimorphus</i> 0,8 mg/g BB		21,5	21,9

Berdasarkan hasil yang diperoleh ditunjukkan bahwa dengan pemberian ekstrak polisakarida dapat meningkatkan kadar enzim SOD sampai mendekati nilai normal. Dimana terlihat bahwa pemberian ekstrak polisakarida dengan dosis 0,2 mg/g BB dan 0,8 mg/g BB mengakibatkan kenaikan kadar SOD. Pemberian ekstrak polisakarida *Scenedesmus dimorphus* dengan dosis 0,8 mg/g BB merupakan dosis optimal karena mempunyai efek dalam meningkatkan kadar SOD secara lebih efektif.

Aktivitas enzim SOD setelah pemberian ekstrak polisakarida paling rendah sebesar 20,9 U/mL pada kelompok pemberian dosis ekstrak 0,2 mg/g BB, hal ini disebabkan karena tingginya kadar radikal bebas dalam tubuh mencit setelah pemberian induksi D-galaktosa sehingga antioksidan

endogen dalam tubuh tidak mampu menetralkan radikal bebas tersebut.

Kelompok perlakuan pemberian ekstrak polisakarida dosis 0,8 mg/g BB pada hari ke-21 memiliki aktivitas enzim SOD paling tinggi sebesar 21,89 U/mL dan hampir mencapai keadaan normal. Hal ini karena ekstrak polisakarida dari mikroalga *Scenedesmus dimorphus* mempunyai komponen zat bioaktif seperti fenolik dan β -glukan yang bertindak sebagai antioksidan eksogen.

3.1.5.2 Aktivitas Enzim Katalase dan MDA

Antioksidan enzimatis yang terdapat di dalam tubuh termasuk salah satunya katalase bertindak sebagai baris pertama pertahanan tubuh terhadap spesies oksigen reaktif. Spesies oksigen reaktif (ROS) adalah istilah kelompok oksidan baik radikal bebas atau molekul yang mampu menghasilkan radikal bebas. Berdasarkan uji aktivitas katalase terhadap semua sampel didapatkan hasil yang dapat dilihat pada tabel

Tabel 3. Aktivitas enzim katalase

No	Perlakuan	CAT (Unit/mg)		
		Hari ke 7	Hari ke 14	Hari ke 21
1	Kontrol normal	11,9		
2	Kontrol sakit	10,87		
3	Kontrol obat	11,46	11,97	12,02
4	Polisakarida <i>Scenedesmus dimorphus</i> 0,2 mg/g BB		11,73	11,81
5	Polisakarida <i>Scenedesmus dimorphus</i> 0,8 mg/g BB		11,9	11,94

Berdasarkan data yang diperoleh menunjukkan bahwa pemberian ekstrak polisakarida pada rentang waktu 7- 21 hari dapat meningkatkan aktivitas enzim katalase tertinggi pada hari ke-21 pada dosis 0,8 mg/g BB sebesar 11,94 Unit/mg. Hasil ini hampir mencapai nilai enzim katalase pada keadaan normal. Enzim katalase akan mengkatalisis dekomposisi salah satu ROS yakni hidrogen peroksida menjadi air dan oksigen sehingga dapat melindungi sel dari kerusakan oksidatif. Stres oksidatif dapat menyebabkan cedera jaringan dimana terjadi kerusakan pada semua target molekul, DNA, protein dan lipid (lipid peroksidasi). Nilai aktivitas enzim katalase meningkat seiring dengan penurunan kadar MDA.

Peningkatan radikal bebas di dalam tubuh ditandai dengan meningkatnya peroksidasi lipid (MDA) yang merupakan marker dari stress oksidatif. Jika terjadi peningkatan peroksidasi lipid di dalam darah maka akan meningkat pula stress oksidatif di dalam tubuh.

Tabel 4. Aktivitas MDA

No	Perlakuan	MDA (nmol/mL)		
		Hari ke 7	Hari ke 14	Hari ke 21
1	Kontrol normal	2,41		
2	Kontrol sakit	3,94		
3	Kontrol obat	3,76	2,6	2,25
4	Polisakarida <i>Scenedesmus dimorphus</i> 0,2 mg/g BB		2,93	2,57
5	Polisakarida <i>Scenedesmus dimorphus</i> 0,8 mg/g BB		2,6	2,39

Berdasarkan tabel kadar MDA menunjukkan penurunan, dimana MDA tertinggi pada dosis 0,8 mg/g BB sebesar 2,39 nmol/mL, mendekati nilai MDA normal. Nilai MDA sebagai penanda stress oksidatif yang sebelumnya meningkatkan stress oksidatif akibat pemberian induksi D-galaktosa, dimana D-galaktosa dapat menginduksi terjadinya peroksidasi lipid pada testis serta epididimis karena strukturnya terdiri atas fosfolipid. Reaksi ini berlangsung apabila D-galaktosa bereaksi dengan makromolekul seperti lipid, protein, dan DNA tanpa reaksi enzimatis. Hasil akhir dari reaksi ini adalah AGEs, yang dapat mengaktifasi reseptornya atau disebut RAGE dan apabila terakumulasi dalam sel akan menginduksi pembentukan ROS serta mencetuskan terjadinya reaksi peroksidasi lipid. Namun setelah pemberian ekstrak polisakarida *Scenedesmus dimorphus* menunjukkan bahwa ekstrak ini dapat menurunkan nilai MDA kembali ke posisi normal.

4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa polisakarida yang diekstrak dari mikroalga *Scenedesmus dimorphus* dapat digunakan sebagai antioksidan alami. Hal ini dapat ditunjukkan dari aktivitas antioksidan In vitro bahwa polisakarida dari mikroalga *Scenedesmus dimorphus* secara efektif dalam melakukan scavenging terhadap radikal hidroksil dan radikal superoksida. Hasil menunjukkan scavenging radikal hidroksil tertinggi pada konsentrasi 1,6 mg/mL dengan %aktivitas scavenging sebesar 84,84%. Sementara untuk %aktivitas scavenging terhadap radikal superoksida tertinggi sebesar 54,61%. Nilai aktivitas enzim SOD, katalase dan MDA tertinggi berturut-turut yaitu 21,89 U/mL, 11,94 Unit/mg, dan 2,39 nmol/mL pada

pemberian ekstrak polisakarida *S. dimorphus* 0,8 mg/g BB. Senyawa-senyawa sebagai antioksidan dapat membantu antioksidan enzimatis lebih bekerja efektif dalam mencegah kerusakan sel akibat reactive oxidatif species (ROS). Oleh sebab itu, dapat diambil kesimpulan bahwa polisakarida dari mikroalga *Scenedesmus dimorphus* dapat digunakan sebagai agen antioksidan potensial dan berpotensi dalam menangkal radikal bebas untuk mencegah terjadinya penuaan dini.

Referensi

1. Sunarno, dkk. Perbaikan Level Glutation Hipokampus Pada Tikus yang Mengalami Penuaan Fisiologis dan Penuaan Akibat Stres Oksidatif dengan Pemberian Alanin-Glutamin Dipeptida. Vol. 4, No. 1, 2012.
2. Dewiastuti, Marlina, Irma Fathul Hasanah. 2016. Pengaruh Faktor Faktor Risiko Penuaan Dini di Kulit pada Remaja Wanita Usia 18-21 Tahun. Jurnal Profesi Medika.
3. Dipahayu, Damaranie, Widji Soeratri, dan Mangestuti Agil. 2014. Formulasi Krim Antioksidan Ekstrak Etanol Daun Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea batatas* (L.) Lamk) Sebagai Anti Aging. Pharm Sci Res; 2407-2354.
4. Yingying, Sun, et al. 2014. The Isolation And Antioxidant Activity Of Polysaccharides From The Marine Microalgae *Isochrysis Galbana*. Carbohidrat polymers, 22:31.
5. Atmaja, Nila Surya, Marwiyah, Erna Setyowati. 2012. Pengaruh Kosmetika Anti Aging Wajah Terhadap Hasil Perawatan Kulit Wajah. Journal of Beauty and Beauty Health Education; 2252-7087.
6. Salim, M.A. Kadar Lipida *Scenedesmus* sp. pada Kondisi Miksotrof dan Penambahan Sumber Karbon dari Hidrolisat Pati Singkong. Edisi Juli. 2015: 9(2).
7. Chen, F. 1996. High cell density culture of microalgae in heterotrophic growth. Trends in Biotechnology, 14,421-426.
8. Oktorina, Eva. 2017. Alga : Potensinya pada Kosmetik dan Biomekanismenya. Teknologi Agro Industri, volume 9 No.2.

PEMANFAATAN *FLY ASH* BATUBARA SEBAGAI PENYERAP ION Pb(II) DI PT. RAPP PANGKALAN KERINCI

Yulizar Yusuf, Nurul Handayani, Deswati

Laboratorium Kimia Analitik, Jurusan Kimia FMIPA, Universitas Andalas
Jurusan Kimia FMIPA Unand, Kampus Limau Manis, 25163
E-mail: nurulhandayani06@yahoo.com

Abstract: This research has investigated adsorption of Pb with using fly ash adsorbent. This study aims to determine the ability of H₂SO₄ to activate coal fly ash, to determine the optimum conditions for adsorption of activated fly ash in a solution of ions Pb(II), and determine the adsorption capacity of activated fly ash in a solution of ions Pb(II). The Pb metal adsorption stage was to activate fly ash using H₂SO₄ then fly ash was characterized using XRF. The optimum conditions on the adsorption of ions Pb(II) were determined with adsorbent mass variations, variations in contact time, variations pH and conduction experiments on water samples. The results show that the optimum conditions occurs in a concentration of 10 ppm using H₂SO₄ 8 M, adsorbent mass of 2 g, 45 minutes of contact time and pH of 7. The results of this study were also able to adsorb Pb(II) ions up to 88,82%.

Keywords: Adsorption, fly ash, lead (Pb), optimum condition

I. Pendahuluan

Batubara adalah salah satu sumber energi alternatif disamping minyak dan gas bumi. Dipilihnya batubara sebagai sumber energi karena batubara relatif lebih murah dibanding minyak bumi¹. Pusat Listrik Tenaga Uap (PLTU) menggunakan batubara sebagai bahan bakar boiler untuk menghasilkan kukus (steam) sebagai media pemanas atau pembangkit listrik seperti pada PT Riau Andalan Pulp and Paper (RAPP). Penggunaan batubara sebagai pembangkit listrik tenaga uap ternyata mengakibatkan dampak negatif bagi lingkungan².

Fly ash batubara merupakan limbah buangan yang dilepaskan begitu saja di udara tanpa adanya pengendalian khusus untuk melepaskan *fly ash* ke udara. *Fly ash* umumnya disimpan sementara pada pembangkit listrik tenaga batubara, dan akhirnya dibuang di *landfill* (tempat pembuangan). Penumpukan *fly ash* batubara ini menimbulkan masalah bagi lingkungan, yaitu mencemari lingkungan udara maupun lingkungan tanah³.

Selain dampak negatifnya, *fly ash* juga memiliki keuntungan yaitu komposisi kimianya terdiri dari oksida logam yaitu silika (SiO₂), alumina (Al₂O₃) dan besi (Fe₂O₃). Keberadaan komponen silika dan alumina memungkinkan *fly ash* untuk dapat disintesis menjadi material yang strukturnya mirip dengan zeolit atau dikenal dengan

zeolite like material (ZLM). Struktur zeolit yang berpori merupakan sifat yang dapat dimanfaatkan sebagai material adsorben suatu bahan pencemar yang dikeluarkan dari suatu industri⁴.

Disisi lain sejalan dengan pertumbuhan dan perkembangan penduduk, kebutuhan air untuk berbagai keperluan air bersih saat ini sudah menjadi masalah yang cukup serius. Hal ini diperburuk dengan meningkatnya limbah industri yang dibuang ke lingkungan, yang seringkali tidak memperhatikan kualitas limbah cair yang dibuang sehingga mengakibatkan permasalahan yang kompleks bagi lingkungan. Salah satu diantaranya adalah logam berat, seperti merkuri (Hg), kadmium (Cd), Timbal (Pb), arsen (As), krom (Cr) dan beberapa lainnya yang merupakan logam yang beracun dan berbahaya bagi kesehatan manusia⁵.

Metode penyisihan logam Pb dalam limbah cair salah satu caranya adalah secara adsorpsi. Bahan adsorben yang dapat digunakan untuk proses adsorpsi salah satunya adalah *fly ash*. Keuntungan menggunakan adsorben *fly ash* adalah biaya yang murah karena berasal dari limbah PLTU, serta dapat digunakan untuk mengadsorpsi logam berat dalam pengolahan limbah cair. Penggunaan *fly ash* dari batubara yang ada di PT. RAPP Pangkalan Kerinci sudah mulai menumpuk akibat tidak termanfaatkan dengan maksimal. Untuk memperoleh adsorben dengan kapasitas

adsorpsi yang tinggi dapat dilakukan melalui aktivasi menggunakan larutan asam (H_2SO_4). Aktivasi tersebut bertujuan selain untuk meningkatkan luas permukaan spesifik pori dan situs aktifnya juga melarutkan pengotor pada material sehingga pori-pori menjadi lebih terbuka. Hal ini mengakibatkan luas permukaan spesifik porinya menjadi meningkat dan kapasitas adsorpsi pada adsorben juga meningkat⁶.

Beberapa penelitian telah membuktikan bahwa fly ash dapat dijadikan sebagai adsorben dengan efisiensi yang cukup baik. Fly ash merupakan residu yang dihasilkan dari tungku pembakaran batubara pada suhu $1100^\circ C$ hingga $1400^\circ C$. Logam berat utama yang diteliti dapat diserap oleh fly ash batubara adalah Pb, Ni, Cr, Cu, Cd, dan Hg. Maksud dari penelitian ini adalah untuk menentukan kondisi optimum fly ash sebagai adsorben dalam menyisihkan ion logam Pb(II).

Dengan semakin bertambahnya limbah abu layang batubara (*fly ash*) maka dilakukan pemanfaatan dengan cara mengaktivasi fly ash menggunakan H_2SO_4 sehingga dapat digunakan sebagai adsorben untuk meminimalkan ion logam Pb(II).

II. Metodologi Penelitian

2.1 Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah oven $110^\circ C$, ayakan 150 mesh, timbangan analitik (mettler teledo), seperangkat alat gelas, batang pengaduk, pH meter (mettler teledo), magnetic stirrer (KIKA Werke), XRF (PAN alytical), dan ICP (iCAP OES 7000).

2.2 Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah *fly ash*, akuades, Asam Sulfat (H_2SO_4) 98%, ICP multi-element standard solution IV (1000 mg/L), Asam Nitrat (HNO_3) p.a, dan buffer pH.

2.3 Prosedur Penelitian

2.3.1 Pembuatan Larutan H_2SO_4 4M, 6M, dan 8M

Dipipet sebanyak 222 mL, 333 mL dan 444 mL larutan H_2SO_4 pekat ke dalam labu ukur 1 L dan diencerkan dengan akuades sampai tanda batas, sehingga diperoleh larutan asam sulfat (H_2SO_4) dengan konsentrasi 4 M, 6 M, dan 8 M.

2.3.2 Pembuatan Larutan Standar Ion Logam Pb

Larutan ICP multi-element standard solution IV 1000 ppm dipipet sebanyak 0,25; 0,5; 0,75; dan 1 mL ke dalam labu ukur 50 mL, lalu ditambahkan HNO_3 3% sebanyak 5 mL dan diencerkan dengan akuades sampai

tanda batas, sehingga diperoleh larutan standar ion logam Pb dengan konsentrasi 5, 10, 15, dan 20 ppm.

2.3.3 Preparasi dan Karakterisasi Fly Ash

Fly Ash dicuci dengan akuades kemudian dikeringkan menggunakan oven $110^\circ C$ selama 3 jam lalu dimasukkan ke dalam desikator. *Fly Ash* yang telah kering diayak menggunakan ayakan 150 mesh. Kemudian dikarakterisasi menggunakan XRF untuk mengetahui komposisi kimianya.

2.3.4 Aktivasi Fly Ash

Fly Ash ditimbang 30 g ke dalam *beker glass* dan ditambahkan 100 mL H_2SO_4 dengan konsentrasi 4 M, 6 M, dan 8 M. Campuran tersebut kemudian direndam selama 24 jam. Lalu disaring dengan kertas *whatman* 41 dan dicuci dengan *aquadest* sampai pH 7. Residu yang dihasilkan dikeringkan dalam oven $110^\circ C$ selama 3 jam. Setelah kering, *fly ash* yang telah diaktivasi dihaluskan dan diayak

menggunakan ayakan 150 mesh. *Fly ash* yang telah teraktivasi dengan H_2SO_4 tersebut, kemudian diamati perubahan fasanya dengan XRF.

2.3.5 Adsorpsi Larutan Ion Logam Pb(II) oleh Fly Ash Teraktivasi

2.3.5.1 Penentuan Massa Adsorben Optimum Terhadap Adsorpsi Logam Pb(II)

Larutan ion Pb(II) sebanyak 50 mL (6 sampel) dengan konsentrasi 10 ppm dimasukkan ke dalam erlenmeyer dan ditambahkan *fly ash* yang telah teraktivasi H_2SO_4 8 M ke dalam masing-masingnya 0,5; 1; 1,5; 2; 2,5 dan 3 g kemudian di *stirrer* dengan kecepatan 100 rpm selama 30 menit. Lalu larutan disaring menggunakan kertas *whatman* 41 dan diambil filtratnya dan diukur konsentrasi ion logam Pb(II) menggunakan ICP. Kemudian dibuat kurva antara %Pb yang teradsorpsi dengan variasi massa adsorben. Dari kurva didapat massa optimum *fly ash*.

2.3.5.2 Penentuan Waktu Kontak Optimum Terhadap Adsorpsi Logam Pb(II)

Larutan ion Pb(II) sebanyak 50 mL (6 sampel) dengan konsentrasi 10 ppm dimasukkan ke dalam erlenmeyer dan ditambahkan *fly ash* sebanyak massa optimum kemudian di *stirrer* dengan kecepatan 100 rpm selama 15, 30, 45, 60, 75 dan 90 menit. Lalu larutan disaring dengan kertas *whatman* 41 dan diambil filtratnya dan diukur konsentrasi ion logam Pb(II) menggunakan ICP. Kemudian dibuat kurva antara %Pb yang teradsorpsi dengan variasi waktu kontak. Dari kurva akan didapat waktu kontak optimum.

2.3.5.3 Penentuan pH Optimum Terhadap Adsorpsi Logam Pb(II)

Larutan ion Pb(II) sebanyak 50 mL (6 sampel) dengan konsentrasi 10 ppm dimasukkan ke

dalam erlenmeyer dan ditambahkan *fly ash* sebanyak massa optimum setelah itu diatur dengan variasi pH 3, 4, 5, 6, 7 dan 8 kemudian di *stirrer* dengan kecepatan 100 rpm selama waktu optimum. Lalu larutan disaring menggunakan kertas *whatman* 41 dan diambil filtratnya dan diukur konsentrasi ion logam Pb(II) menggunakan ICP. Kemudian dibuat kurva antara % Pb yang teradsorpsi dengan variasi pH. Dari kurva akan didapat pH optimum.

2.3.5.4 Percobaan dengan Menggunakan Sampel Air Sumur Bor Karyawan disekitar Pabrik

Kondisi optimum yang diperoleh kemudian digunakan pada sampel air sumur bor. Sampel air sumur bor sebanyak 50 mL dimasukkan ke dalam erlenmeyer dan ditambahkan *fly ash* sebanyak berat optimum kemudian diatur dengan pH optimum dan diaduk dengan kecepatan 100 rpm selama waktu optimum. Lalu larutan disaring menggunakan kertas *whatman* 41 dan diambil filtratnya dan diukur konsentrasi ion logam Pb menggunakan ICP.

III. Hasil dan Pembahasan

3.1 Karakterisasi Fly Ash dengan XRF

Berdasarkan hasil karakterisasi menggunakan XRF *fly ash* sebelum aktivasi dan setelah aktivasi menggunakan H_2SO_4 4 M, 6M, dan 8 M, dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi kimia *fly ash* PT. RAPP Pangkalan Kerinci

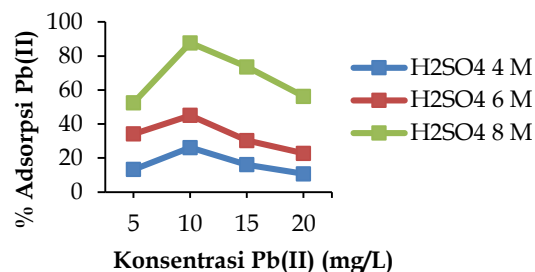
Unsur	Komposisi (%)			
	Sebelum Aktivasi	H_2SO_4 4M	H_2SO_4 6M	H_2SO_4 8M
Fe	42,4	33,8	38,5	10,3
Ca	28,4	8,99	12,6	8,6
Si	16,5	47,8	34,4	45,8
Al	6,1	0,1	0,1	29,4
K	1,77	3,49	3,06	0
Ti	1,2	1,8	1,63	1,1
S	0,85	0,1	2,9	1,35
V	0,04	0,06	0,04	0,1
Cr	0,098	0,13	0,1	0,35
Mn	0,35	0,28	0,28	0,11

Pada Tabel 1 menunjukkan bahwa aktivasi H_2SO_4 8M menunjukkan kandungan Si dan Al dalam *fly ash* cukup besar yang memungkinkan *fly ash* digunakan sebagai adsorben. Dengan besarnya kadar kedua

komponen tersebut dalam *fly ash* berarti banyak pusat-pusat aktif dari permukaan padatan yang dapat berinteraksi dengan adsorbat, yaitu ion logam Pb. *Fly ash* batubara dari PT. RAPP Pangkalan Kerinci ini tidak mengandung oksida Pb sehingga tidak menghambat nilai kapasitas penyerapan ion logam Pb(II) dan juga tidak memerlukan perlakuan khusus untuk menghilangkan kandungan logam tersebut⁷.

3.2 Pengaruh Aktivasi Fly Ash dengan H_2SO_4 4M, 6M, dan 8M terhadap Penyerapan Pb(II)

Aktivasi *fly ash* bertujuan untuk melarutkan mineral kotoran dari *fly ash* sehingga pori-pori *fly ash* menjadi besar sehingga mampu mengganti kation yang dipertukarkan (alkali atau alkali tanah) pada struktur *fly ash* dengan ion H^+ sehingga *fly ash* memiliki gugus asam *Bronsted*. Mengingat ukuran H^+ lebih kecil dari kation logam sehingga secara fisik dapat dapat memperluas pori ruang. Selain itu atom H pada gugus asam *Bronsted* dengan mudah dilepaskan sebagai H^+ melalui pertukaran ion. Pertukaran ion logam pada *fly ash* dengan ion H^+ karena aktivasi *fly ash* menggunakan H_2SO_4 mampu menjadikannya gugus asam *Bronsted*. Grafik hubungan antara konsentrasi aktivasi *fly ash* dengan H_2SO_4 4M, 6M, dan 8M terhadap penyerapan Pb(II), ditunjukkan pada Gambar 1.



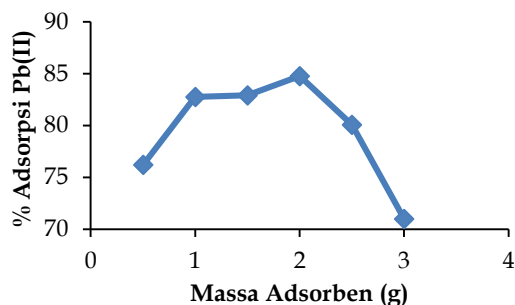
Gambar 1. Grafik Hubungan Antara Konsentrasi Aktivasi Fly Ash dengan H_2SO_4 4M, 6M, dan 8M Terhadap Penyerapan Pb(II)

Pada gambar 1 menunjukkan bahwa pada konsentrasi 5 sampai 10 ppm terjadi kenaikan adsorpsi dan menurun pada konsentrasi 15 sampai 20 mg/L. Konsentrasi larutan ion logam Pb(II) optimum terjadi pada konsentrasi 10 mg/L menggunakan H_2SO_4 8 M dengan % adsorpsi sebesar 87,7 %. Sedangkan pada konsentrasi di atas 10 ppm, % adsorpsinya menurun. Hal ini dikarenakan gugus aktif pada permukaan adsorben telah jenuh oleh larutan ion logam Pb(II), sehingga terdapat larutan ion logam Pb(II) yang tidak bisa terserap oleh fly ash.

3.3 Pengaruh Massa Adsorben Optimum

Terhadap Adsorpsi Logam Pb(II)

Pada penentuan massa adsorben optimum adsorpsi larutan ion logam Pb^{2+} dilakukan dengan menambahkan *fly ash* dengan variasi massa yaitu 0,5; 1; 1,5; 2; 2,5 dan 3 g ke dalam larutan ion Pb 10 mg/L yang kemudian di *stirrer* dengan kecepatan 100 rpm selama 30 menit. Hasil pengaruh massa optimum *fly ash* dapat dilihat pada Gambar 2.



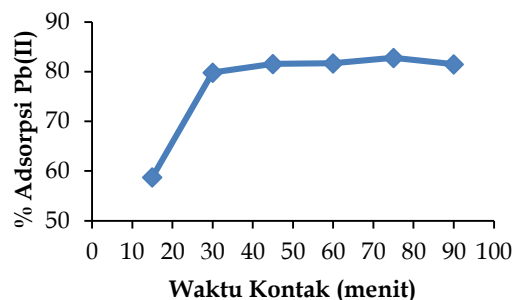
Gambar 2. Grafik Pengaruh Massa Adsorben Terhadap Persentase Adsorpsi Pb(II)

Pada Gambar 2 menunjukkan bahwa persentase adsorpsi Pb meningkat hingga penggunaan adsorben 2 g. Pada grafik, penggunaan massa adsorben lebih tinggi tidak meningkatkan persentase adsorpsi karena keseimbangan adsorpsi telah tercapai. Setelah keseimbangan adsorpsi tercapai, maka tingkat desorpsi menjadi lebih dominan daripada laju adsorpsi, sehingga logam Pb terikat ke permukaan *fly ash* akan bercampur lagi dalam larutan. Kesetimbangan adsorpsi terjadi ketika tingkat adsorpsi sama dengan tingkat desorpsi. Hal ini menyebabkan penurunan persentase Pb seperti dapat dilihat pada gambar 4.1 dengan menggunakan massa adsorben 2-3 g. Kondisi optimum adsorpsi tercapai pada penggunaan massa adsorben 2 g.

3.4 Pengaruh Waktu Kontak Optimum Terhadap Adsorpsi Logam Pb(II)

Penentuan waktu kontak bertujuan untuk mengetahui berapa lama waktu yang dibutuhkan oleh adsorben terhadap adsorpsi Pb secara maksimal hingga mencapai kesetimbangan. Penelitian untuk kontak waktu dilakukan dengan metode batch dengan waktu kontak 15, 30, 45, 60, 75, dan 90 menit. Percobaan dilakukan pada konsentrasi adsorbat 10 mg/L dengan menambahkan *fly ash* sebanyak massa optimal yaitu 2 g, dengan kecepatan pengadukan 100 rpm. Penentuan waktu kontak dilakukan karena waktu kontak mampu mempengaruhi keseimbangan adsorpsi. Hubungan antara waktu kontak terhadap persentase adsorpsi Pb menggunakan adsorben *fly ash* dapat dilihat

pada Gambar 3.

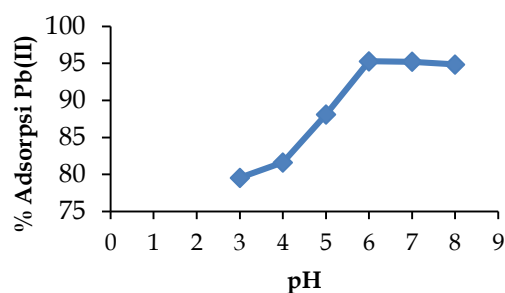


Gambar 3. Grafik Pengaruh Waktu Kontak Terhadap Persentase Adsorpsi Pb(II)

Pada Gambar 3 menunjukkan bahwa pada waktu kontak 15 hingga 45 menit, terdapat kenaikan persentase adsorpsi karena waktu kontak yang lebih lama menyebabkan interaksi antara *fly ash* dengan Pb menjadi lebih besar, sehingga semakin banyak logam Pb yang diserap oleh *fly ash*. Pada menit 60 hingga 90 menit persentase adsorpsinya tidak jauh berbeda. Hal tersebut disebabkan karena *fly ash* telah jenuh dan mengalami kesetimbangan. Waktu kontak optimal terjadi pada menit 45 dengan persentase adsorpsi 81,57% jadi percobaan selanjutnya akan menggunakan waktu selama 45 menit.

3.5 Pengaruh pH Optimum Terhadap Adsorpsi Logam Pb(II)

Penentuan pH optimum terhadap adsorpsi logam Pb(II) dilakukan dengan menggunakan adsorben *fly ash* dengan massa optimal 2 g, waktu kontak 45 menit, dan kecepatan pengadukan 100 rpm. Penentuan pH dilakukan menggunakan sistem batch pada variasi pH 3, 4, 5, 6, 7 dan 8. Hubungan antara pH larutan Pb dengan persentase adsorpsi Pb^{2+} ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik Pengaruh pH Terhadap Persentase Adsorpsi Pb(II)

Ada peningkatan persentase adsorpsi dari pH 3 sampai 6 dan pada pH 6 sampai 8 terjadi penurunan nilai persentase adsorpsinya tetapi tidak jauh berbeda. pH optimum terjadi pada pH 7, karena pada pH ini adsorpsi telah mencapai 90%. Pada pH 7 menunjukkan bahwa larutan dalam keadaan netral dapat mengadsorpsi ion $Pb(II)$ dengan baik, jadi percobaan selanjutnya akan menggunakan pH 7.

3.6 Percobaan pada Sampel Air Sumur Bor
 Setelah diperoleh kondisi optimum adsorpsi ion logam Pb(II) pada sampel larutan ion Pb selanjutnya dilakukan pada sampel air. Sampel air berasal dari sumur bor karyawan disekitar PT. RAPP Pangkalan Kerinci. Hasil percobaan terhadap sampel air sumur bor dengan kondisi optimum dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kandungan konsentrasi ion logam Pb(II) sampel air sebelum adsorpsi dan setelah adsorpsi

Sampel Air	Pb(II) sebelum adsorpsi	Pb(II) setelah adsorpsi	% Adsorpsi Pb(II)
1	0,3718	0,0430	88,43
2	0,3637	0,0463	87,27
3	0,5305	0,0490	90,76

Pada Tabel 2 menunjukkan bahwa *fly ash* sebagai adsorben dalam kondisi optimum yaitu massa 2 g, waktu kontak 45 menit, pH 7 dengan kecepatan pengadukan 100 rpm mampu mengadsorpsi ion logam Pb(II) pada sampel air sumur bor sebesar 88,82%. Konsentrasi ion logam Pb(II) setelah diadsorpsi oleh *fly ash* diperoleh sebesar 0,0430; 0,0464; dan 0,0490 mg/L. Standar kandungan timbal (Pb) dalam air bersih berdasarkan permenkes no. 492 Tahun 2010 tentang Syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air yaitu maksimal 0,01 mg/L. Bila dibandingkan dengan standar baku mutu, kandungan timbal (Pb) dalam air sumur setelah diadsorpsi melebihi batas baku mutu. Hal ini disebabkan karena adanya parameter pencemar selain kandungan timbal (Pb) yang dapat menutupi permukaan adsorben sehingga mengganggu penyerapan ion timbal (Pb).

IV. Kesimpulan

H₂SO₄ mampu mengaktivasi *fly ash* pada konsentrasi 8 M. Kondisi optimum adsorpsi *fly ash* terhadap ion logam Pb(II) terjadi pada konsentrasi 10 ppm dengan menggunakan H₂SO₄ 8 M, berat adsorben 2 g, waktu kontak 45 menit dan pH 7. Adsorpsi ion logam Pb(II) pada sampel air sumur bor rata-rata sebesar 88,82%.

Referensi

- Setiaka, J., Ita, U., and Nurul, W. **2010**, Adsorpsi Ion Logam Cu(II) dalam Larutan pada Abu Dasar Batubara Menggunakan Metode Kolom. *Prosiding Kimia FMIPA ITS*.
- Lasryza, A., and Dyah, S. **2012**,

- Pemanfaatan Fly Ash Batubara sebagai Adsorben Emisi Gas CO pada Kendaraan Bermotor. *Jurnal Teknik Pomits*, Vol 1, hal. 1-6.
- Jumaeri, Astuti, W., and Lestari, W.T.P. **2007**, Preparasi dan Karakterisasi Zeolit dari Abu Layang Batubara Secara Alkali Hidrotermal. *Reaktor*, Vol 11. No. 1, hal 38-44.
- Fauzan, A., Aman, and Drastinawati. **2014**, Pemanfaatan Fly Ash Batubara sebagai Adsorben Logam Berat Ion Pb²⁺ yang Terlarut dalam Air. *JOM Fakultas Teknik*, Vol 1. No. 2, hal 1-6.
- Darmono. **1995**, Logam Berat dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup. Universitas Indonesia, Jakarta.
- Irawan, C., and Mohamad, I. **2018**, Pengaruh pH terhadap Adsorpsi Logam Fe dengan Menggunakan Abu Layang sebagai Adsorben. *Prosiding SNITT Poltekba*, Balikpapan.
- Jumaeri. **2010**, Studi tentang Pemanfaatan Abu Layang sebagai Adsorben Zat Warna dalam Larutan Air. *Tesis Magister Jurusan Kimia FMIPA UGM Yogyakarta*.