

**PENGARUH PENAMBAHAN $MgCO_3$ DAN $NaHCO_3$ DENGAN
PERBEDAAN PENCAHAYAAN TERHADAP STABILITAS PIGMEN
KLOROFIL-A MIKROALGA *Chlorella vulgaris***

Markus Prima Kurniawan*¹, Widodo Farid Ma'ruf², Tri Winarni Agustini²

¹Mahasiswa ²Staf Pengajar Jurusan Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro, Semarang Jl. Prof. Soedarto, SH, Semarang

ABSTRAK

Klorofil merupakan pigmen dominan yang terdapat pada mikroalga *C.vulgaris*. Pigmen relatif rentan terhadap kerusakan dan kehilangan warna oleh pengaruh eksternal. Cahaya merupakan faktor yang paling merusak kandungan warna alami, penambahan bahan penstabil $MgCO_3$ dan $NaHCO_3$ diketahui dapat menstabilkan warna, namun belum diketahui daya stabil bahan yang lebih baik digunakan untuk mempertahankan warna. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui pengaruh penambahan bahan penstabil ($MgCO_3$ dan $NaHCO_3$) terhadap ekstrak pigmen klorofil serta mengetahui pengaruhnya pada keberadaan cahaya yang berbeda (gelap dan terang). Penelitian tahap I bertujuan menentukan fungsi dari bahan penstabil yang digunakan dan lama waktu penyimpanan klorofil pada kondisi terpapar sinar matahari. Penelitian tahap II bertujuan untuk menentukan penstabil yang paling baik digunakan dan membandingkannya dengan kondisi tanpa paparan cahaya. Hasil penelitian tahap I didapatkan bahwa pemberian bahan penstabil pada ekstrak klorofil-a *C.vulgaris* memberikan pengaruh terhadap stabilitas klorofil dibuktikan dari waktu penurunan 50% konsentrasi ($t_{1/2}$) tanpa penambahan bahan penstabil (K) selama 4 hari sedangkan pemberian $MgCO_3$ 0,01% (M) dan $NaHCO_3$ (N) lebih lama yaitu 6 hari. Hasil penelitian tahap II didapatkan bahwa ekstrak klorofil-a yang disimpan selama 2 hari pada kondisi tanpa paparan cahaya terhadap sampel tanpa bahan penstabil (KG) turun sebesar 20%, $MgCO_3$ (MG) 10% dan (NG) 14%. Penyimpanan 2 hari pada kondisi terpapar cahaya sampel (KT) turun sebesar 79%, sedangkan (MT) 70% dan sebesar (NT) 75%. Pengamatan pH pada sampel kondisi tanpa paparan cahaya (KG) 7,11 - 6,76 (MG) 8,02 - 7,29 (NG) 8,24 - 7,50 pada kondisi terpapar cahaya (KT) 7,11 - 6,60 (MT) 8,02 - 6,90 (NT) 8,24 - 7,00.

Kata kunci: Klorofil-a, $MgCO_3$, $NaHCO_3$, bahan penstabil.

**Effects of addition $MgCO_3$ and $NaHCO_3$ with difference existence of light
to stability of Chlorophyll-A Pigment in Microalgae *Chlorella vulgaris***

ABSTRACT

Chlorophyll is a pigment found in microalgae dominant *C.vulgaris*. Pigments are relatively vulnerable to damage and color loss by external influences. Light is the most damaging factor for natural color, adding stabilizer $MgCO_3$ and $NaHCO_3$ is known to stabilize the color, but it is not known stable better materials are used to maintain color. The purpose of this study was to determine the effect of adding stabilizer ($MgCO_3$ and $NaHCO_3$) to extract chlorophyll pigments and determine the effect on the existence of different light (dark and light). The first phase aims to determine the function of a stabilizer that is used and the amount of time used in the chlorophyll sun-exposed conditions. Phase II study aims to determine the best stabilizer used and compared light exposure with conditions without exposure to light. Results of a phase I study showed that administration of a stabilizer on a chlorophyll extract *C.vulgaris* influence on the stability of chlorophyll demonstrated a 50% concentration time ($t_{1/2}$) without the addition of stabilizers (K) for 4 days while giving $MgCO_3$ 0.01% (M) and $NaHCO_3$ (N) is 6 days longer. Results of a phase II study showed that the extract chlorophyll a were stored for 2 days on light conditions without exposure to the sample without stabilizers (KG) sebsar down 20%, $MgCO_3$ (MG) 10% and (NG) 14%. Storage 2 days of light exposure on the condition of the sample (KT) fell by 79%, whereas (MT) and amounted to 70% (NT) 75%. Observed sample conditions of pH without exposure to light (KG) 7.11 to 6.76 (MG) from 8.02 to 7.29 (NG) from 8.24 to 7.50 on light exposure conditions (KT) from 7.11 to 6, 60 (MT) from 8.02 to 6.90 (NT) 8.24 to 7.00.

Keywords: *Chlorophyll-a*, $MgCO_3$, $NaHCO_3$ stabilizer.

*)Penulis pengung jawab

PENDAHULUAN

Pigmen atau diperoleh dari tumbuhan, hewan, atau berasal dari sumber mineral salah satunya adalah klorofil. Klorofil adalah pigmen pemberi warna hijau yang terdapat pada kloroplas sel tanaman. Klorofil merupakan pigmen hijau tumbuhan dan merupakan pigmen yang penting dalam proses fotosintesis. Pigmen alami memiliki kestabilan yang kurang baik, terutama jika dibandingkan dengan pewarna sintetis, terhadap perubahan lingkungan baik selama tahap proses pembuatan ataupun penyimpanan.

Pemanfaatan rumput laut pada bidang farmasi dan industri pangan melalui kandungan bioaktif rumput laut sudah mulai digunakan, salah satunya adalah pigmen dari rumput laut. Mikroalga merupakan salah satu jenis dari rumput laut dimana merupakan mikroorganisme fotosintetik dengan pigmen yang berbeda-beda. *Chlorella* sp dikenal secara industri sebagai salah satu kelompok *Chlorophyceae* yang memiliki pigmen dominan klorofil-a. Selain itu mempunyai kandungan pigmen klorofil-b, karoten dan xantofil dalam bentuk lutein

Zat warna klorofil yang berasal dari mikroalga *Chlorella* sp memiliki beberapa faktor yang mempengaruhi kestabilan seperti pH, pengaruh pelarut, intensitas cahaya, enzim, oksidator, dan suhu yang digunakan. Berdasarkan sifat pigmen klorofil yang kurang stabil terhadap beberapa faktor maka dilakukan pengujian terhadap pengaruh penambahan bahan kimia penstabil dengan perbedaan jenis bahan yaitu NaHCO_3 dan MgCO_3 . Penggunaan bahan penstabil perlu diuji coba terhadap pigmen yang berasal dari tumbuhan yang memiliki kestabilan rendah. Penstabil dikatakan baik digunakan bila memberikan pengaruh terhadap faktor kerusakan pimen yang paling besar yaitu oleh pengaruh cahaya.

METODE PENELITIAN

Bahan utama yang penelitian ini menggunakan bahan baku mikroalga *Chlorella vulgaris* yang didapatkan dari Laboratorium Pengembangan Pakan Alami, BBPBAP Jepara. Bahan penstabil MgCO_3 , NaHCO_3 dan pelarut Acetone 95%.

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah tabung reaksi, Spektrofotometer UV-Vis Shimadzu seri mini 1204, gelas baker, Sentrifuge, *thermometer*, *pH-Meter* SchoTT, Luxmeter Krisbow KW06-291, timbangan analitik, pipet ukur.

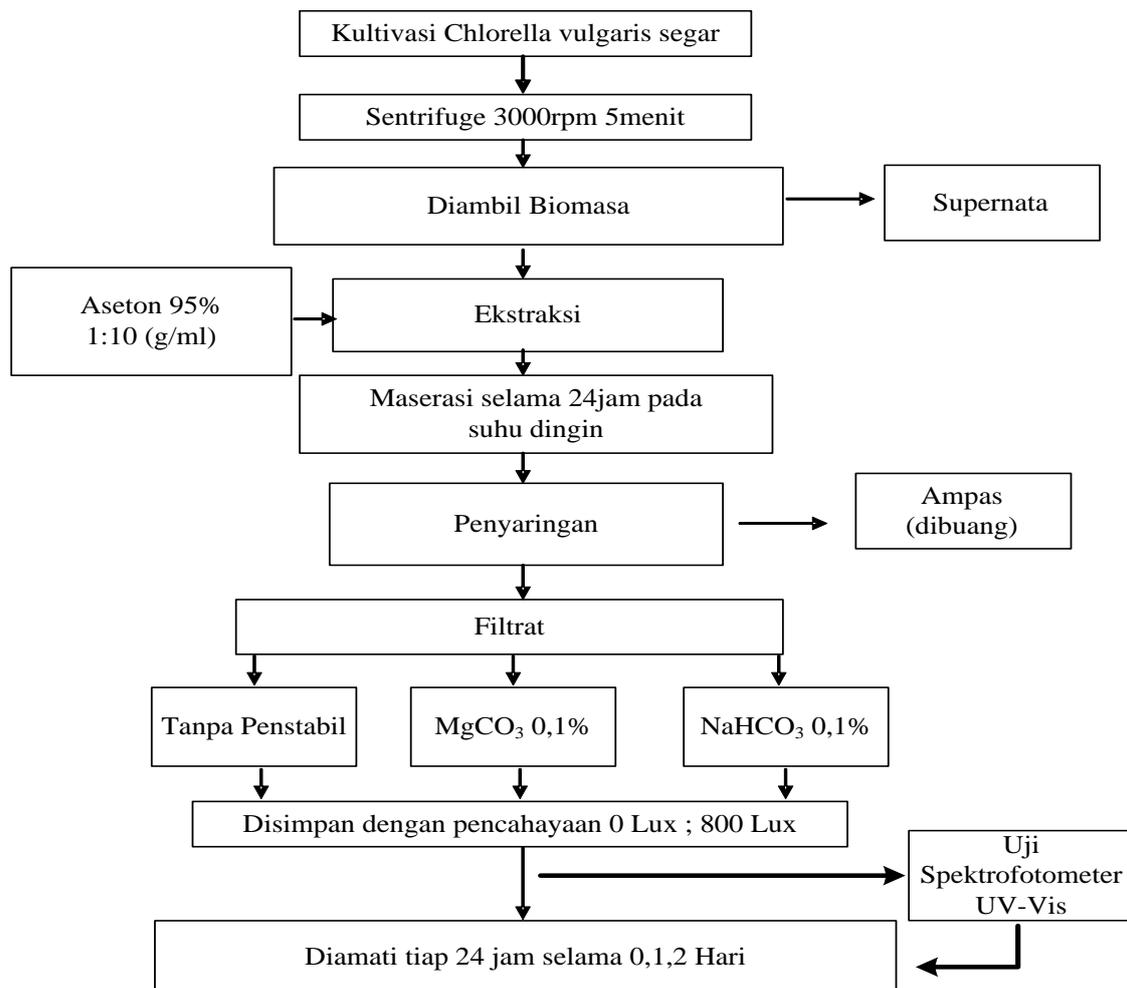
Prosedur ekstraksi yang dilakukan dalam penelitian menggunakan sampel mikroalga mengacu pada prosedur pembuatan ekstrak oleh Henriques *et al.* (2007) dan prosedur penambahan bahan penstabil oleh Farida *et al.*, (2008).

Parameter pengujian kandungan klorofil dengan analisis kualitatif spektrofotometer UV-Vis (Zhao, 2004) meliputi pengaruh dengan cahaya (Samsudin dan Khoiruddin, 2009) modifikasi Chang *et al.*, (2001), pengaruh suhu ruang (Chang *et al.*, 2001), dan monitoring pH. Pengukuran serapan gelombang spektrofotometer UV-Vis dilakukan pada panjang gelombang 644,6 - 661,8 . Nilai serapan (abs) kemudian dikonversi menjadi kandungan dengan rumus perhitungan kandungan klorofil mengacu pada rumus dari Lichtenthaler dan Buschman (2001) adalah sebagai berikut :

- a. Kandungan Klorofil-a (C_a) dalam acetone

$$C_a (\mu\text{g/ml}) = 11,24 \cdot A_{661,6} - 2,04 \cdot A_{664,8}$$

Proses pengujian stabilitas klorofil-a mikroalga *chlorella vulgaris* dengan penambahan penstabil (0%, MgCO_3 0,1% dan NaHCO_3 0,1%) pada perbedaan pencahayaan (0 Lux dan 800 Lux) selama penyimpanan (0,1,2 hari) tersaji pada Gambar 1



Gambar 1. Diagram Alir Metode Pengujian Stabilitas Klorofil

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian Tahap I

Penelitian pendahuluan digunakan untuk menentukan lama waktu penurunan 50% konsentrasi awal dari klorofil ($t_{1/2}$). Kondisi lingkungan Penelitian I amati dengan memperhatikan suhu ruangan diketahui berkisar antara 28°C-31°C dengan kondisi cahaya berfluktuatif dimana pengukuran didapatkan intensitas cahaya 16 - 120 Lux. Pengukuran kandungan klorofil untuk mendapatkan $t_{1/2}$ tersaji pada tabel 1 sebagai berikut:

Tabel 1. Kandungan Ekstrak Klorofil-a simpan kondisi ruang

Penstabil	Masa Simpan (hari)						
	0	1	2	3	4	5	6
K(µg/ml)	7,02	5,65	4,74	4,23	3,47	3,15	2,95
Penurunan	0%	20%	32%	40%	51%	55%	58%
M(µg/ml)	6,84	6,06	5,77	4,56	4,20	3,60	3,25
Penurunan	0%	11%	16%	33%	39%	47%	53%
N(µg/ml)	7,21	6,95	5,26	5,09	4,56	3,82	3,35
Penurunan	0%	4%	27%	29%	37%	47%	53%

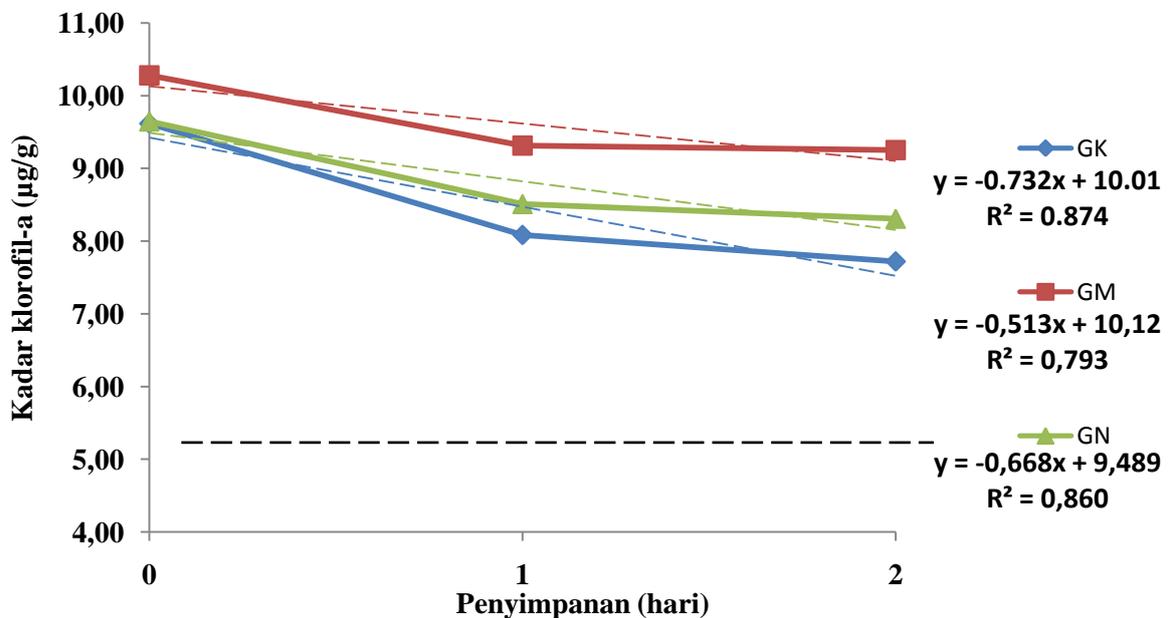
Hasil pengukuran dengan pengaruh lingkungan terkontrol suhu dan cahaya 16-120Lux didapatkan penurunan kandungan klorofil-a tanpa penambahan bahan penstabil (K) membutuhkan waktu 4 hari untuk mendapatkan penurunan kandungan sebesar 50% sedangkan untuk kandungan klorofil dengan tambahan penstabil ($MgCO_3$ [M]/ $NaHCO_3$ [N]) membutuhkan waktu selama 6 hari. Hal ini membuktikan bahwa $MgCO_3$ dan $NaHCO_3$ berpengaruh dalam menstabilkan warna terhadap pengaruh kerusakan akibat cahaya matahari.

Penelitian Tahap II

Sampel ekstrak klorofil yang akan diuji ditempatkan pada stereofom dengan modifikasi untuk menempatkan lampu 20W dengan jarak 40 cm dari luas permukaan tempat penyimpanan, untuk menghindari dari fluktuasi cahaya. Pengukuran cahaya yang didapatkan pada penelitian tahap II menggunakan intensitas cahaya sebesar 800 lux dan suhu ruang berkisar antara 29 - 30° C.

Kandungan Klorofil-a

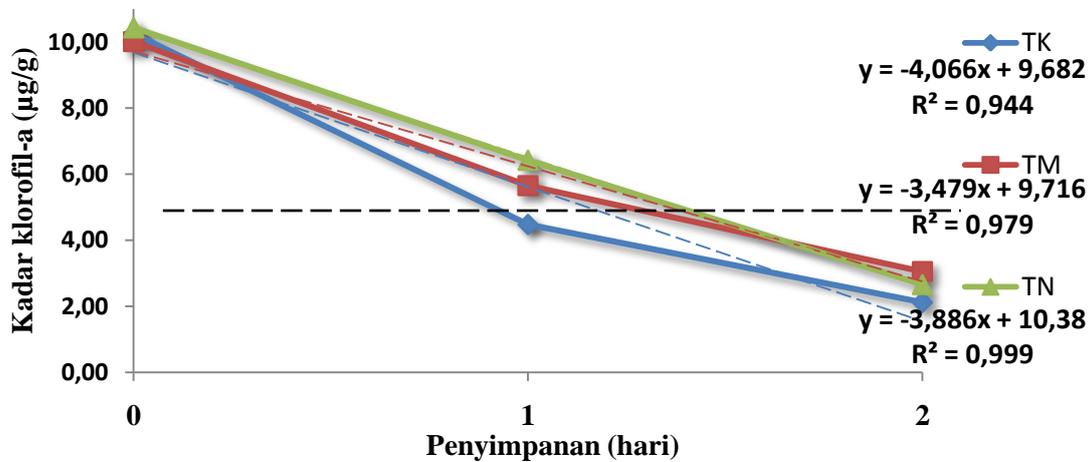
Pengamatan nilai penurunan klorofil-a pada ekstrak yang disimpan pada kondisi tanpa cahaya dilakukan pada hari ke-0, 1, dan 2 pada ekstrak klorofil *C.vulgaris*. Adapun grafik hubungan antara nilai kandungan klorofil-a dan lama penyimpanan tersaji pada Gambar 2.



Gambar 2. Hubungan Kadar klorofil-a dengan penyimpanan antara Perbedaan Penstabil dan Lama Penyimpanan pada kondisi tanpa paparan cahaya

Berdasarkan Gambar 2, Kecepatan penurunan dari kandungan klorofil-a yang diamati selama 2 hari menunjukkan bahwa sampel GK (tanpa pemberian bahan penstabil) merupakan sampel yang memiliki daya kestabilan rendah dapat diamati dari nilai Ax dimana menunjukkan nilai $-0,732x$ sedangkan untuk sampel dengan pemberian bahan penstabil GM merupakan sampel dengan kondisi stabilitas yang baik dengan nilai $-0,531x$ dan $-0,668x$. Menurut Tayudin (2012), perhitungan regresi linier dapat digunakan untuk mencari hubungan antara aktivitas biologis dengan satu parameter kimia fisika atau lebih.

Nilai yang didapatkan menunjukkan sampel klorofil selama penyimpanan mengalami penurunan kandungan. Penambahan bahan $MgCO_3$ ataupun $NaHCO_3$ pada ekstrak memberi pengaruh terhadap kestabilan klorofil-a selama penyimpanan jika dibandingkan dengan sampel tanpa penambahan bahan penstabil pada kondisi tanpa paparan cahaya. Pemberian bahan penstabil memnimbulkan reaksi pada larutan yang dapat menjaga konsentrasi klorofil tidak mengalami degradasi dengan cepat.



Gambar 3. Hubungan Kadar klorofil-a dengan penyimpanan antara Perbedaan Penstabil dan Lama Penyimpanan pada kondisi terpapar cahaya

Berdasarkan Gambar 3, Kecepatan penurunan dari kandungan klorofil-a yang diamati selama 2 hari pada kondisi terpapar cahaya menunjukkan bahwa sampel TK (tanpa pemberian bahan penstabil) mengalami penurunan daya kestabilan dengan nilai A_x menunjukkan nilai $-4,066x$ sedangkan untuk sampel dengan pemberian bahan penstabil TM (penambahan $MgCO_3$ 0,1%) merupakan sampel dengan kondisi stabilitas yang baik dengan nilai $-3,471x$ dan sampel TN ($NaHCO_3$ 0,1%) $-4,886x$. Nilai yang didapatkan menunjukkan bahwa sampel klorofil selama penyimpanan mengalami penurunan kandungan dan penambahan bahan $MgCO_3$ pada aseton memberi pengaruh terhadap kestabilan klorofil-a selama penyimpanan pada kondisi terpapar cahaya.

Stabilitas ekstrak klorofil-a dapat diketahui dengan melihat pola penurunan pada grafik. GK merupakan sampel ekstrak klorofil tanpa penambahan bahan penstabil, dari grafik penurunan pada gambar 3 didapatkan nilai $y = -0,732x + 10,01$ GM merupakan sampel dengan penambahan $MgCO_3$ 0,1% pada ekstrak klorofil didapat nilai $y = -0,480x + 9,364$ dan GN sampel dengan penambahan penstabil $NaHCO_3$ pada ekstrak klorofil dengan nilai penurunan $y = -0,395x + 10,05$ dari data penurunan sampel ekstrak klorofil yang diamati diketahui penurunan tercepat adalah sampel GK sedangkan sampel GM merupakan sampel dengan penurunan terlama dibandingkan semua pada kondisi tanpa paparan cahaya. Perbedaan sangat terlihat dari gambar 2. ditunjukkan bahwa sampel dengan paparan cahaya diketahui pada kondisi tersebut sampel tanpa penambahan penstabil (TK) didapatkan nilai $y = -3,167x + 9,083$, pada kondisi terpapar cahaya secara langsung dengan penambahan $MgCO_3$ 0,1% (TM) didapatkan nilai $y = -2,937x + 9,354$ dan untuk kondisi terpapar cahaya dengan penambahan bahan penstabil $NaHCO_3$ 0,1% (TN) penurunan nilai $y = -3,125x + 9,881$. Perbedaan kecepatan penurunan sangat terlihat jelas dari nilai y yang didapatkan dari rata-rata penurunan dari kedua kondisi cahaya. Sampel pada kondisi terang memiliki kecepatan penurunan yang lebih tinggi dibandingkan dengan kondisi tanpa paparan cahaya. Hal ini terjadi karena pada kondisi sampel dengan paparan cahaya mempengaruhi laju reaksi fotodegradasi sehingga mempercepat penurunan kandungan klorofil-a.

Hal ini menunjukkan bahwa proses degradasi klorofil menjadi senyawa turunan selama penyimpanan 48 jam belum ekstrak kasar klorofil karena senyawa turunan klorofil mempunyai warna yang sama dengan klorofil yaitu hijau-biru. Hal tersebut sesuai dengan yang dikatakan oleh Socaciu (2008), bahwa degradasi klorofil-a akan membentuk senyawa yang mempunyai warna hijau yaitu klorofilid-a dan pada tahap selanjutnya akan menjadi senyawa tidak berwarna. Selain itu Hermawan *et al.*, (2010) menambahkan bahwa klorofil sangat mudah terdegradasi dengan adanya pembentukan feofitin karena hilangnya Mg pada rantai klorofil.

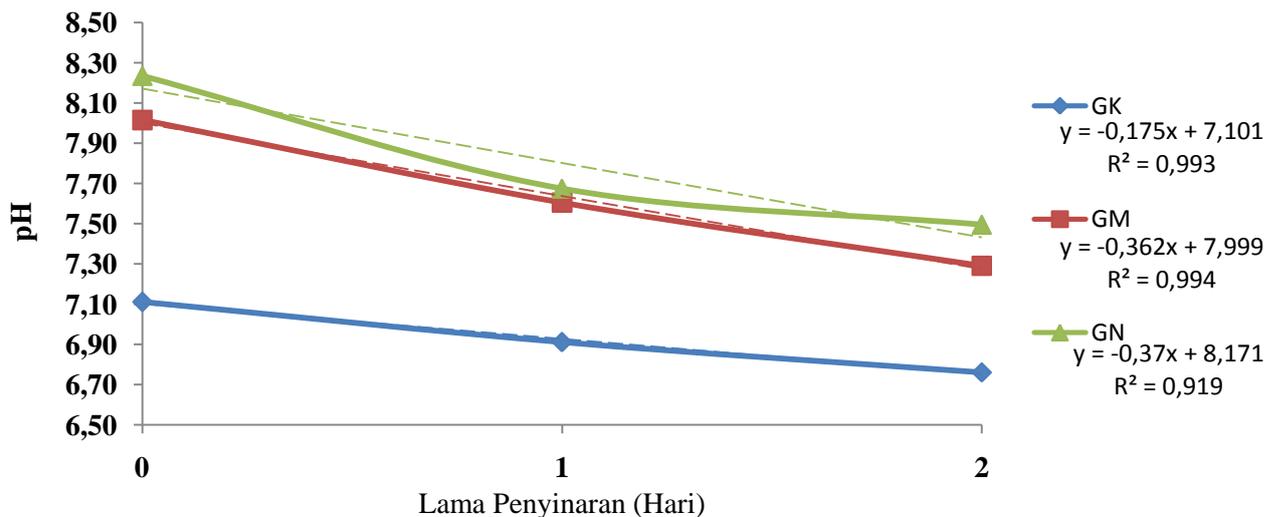
$MgCO_3$ terbukti menjadi penstabil warna yang lebih baik dibandingkan dengan $NaHCO_3$. Fungsi utama dari penambahan penstabil ini adalah untuk menghambat terbentuknya *feofitin* ditahap

awal ekstraksi dengan mengkondisikan pH (keasaman) sehingga menjadi basa, dimana feofitin dapat dihambat proses terbentuknya melalui manipulasi pH. Diharapkan dalam penelitian ini $MgCO_3$ menjadi donor pensubstitusi hilangnya ion Mg^{+2} pada klorofil namun hal tersebut tampaknya tidak terjadi pada penelitian ini. $NaHCO_3$ merupakan bahan yang umum digunakan sebagai bahan tambahan pada makanan sehingga bahan ini dapat digunakan sebagai penstabil warna yang aman untuk nantinya dapat dikonsumsi.

$MgCO_3$ dapat dekomposisi menjadi $MgO + CO_2$ dimana dapat terjadi pada larutan yang dipanaskan. Pada asam kuat MgO akan pecah menjadi $MgO + 2H^+ > Mg^{+2} + H_2O$. Kondisi ini tidak dapat tercapai pada klorofil yang akan membentuk feofitin pada kondisi dengan asam lemah sementara pada tahap ini ion Mg^{+2} pada klorofil telah terlepas dan dengan tidak adanya Mg^{+2} 2 rantai porfirin akan mengikat ion H^+ yang bebas. Sociau (2008) menjelaskan biosintesis masuknya ion Mg^{+2} dari bentuk Protoporfirin dan dibantu dengan enzim *Mg-chelatase* dan diikat oleh rantai N bebas pada 4 cincin porfirin.

Pengamatan pH

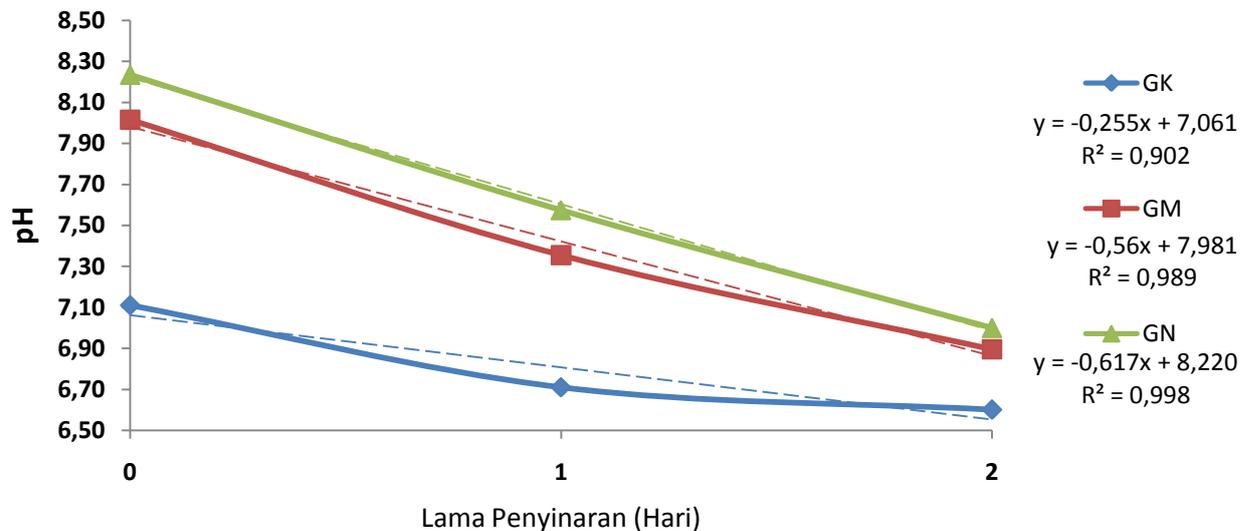
Pengamatan pH pada kondisi tanpa paparan cahaya didapatkan penurunan pH yang menunjukkan bahwa terjadi reaksi pada ekstrak *C.vulgaris* tanpa paparan cahaya yang menyebabkan turunnya derajat keasaman pada larutan. Kondisi pengamatan pH dengan paparan cahaya selama 2 hari menunjukkan reaksi penurunan keasaman yang lebih cepat dibandingkan tanpa paparan cahaya. Pada kondisi terpapar cahaya bereaksi dengan klorofil yang disebut dengan *photooxidation* dimana kondisi larutan lebih cepat menjadi asam dengan adanya oksigen reaktif.



Gambar 4. Nilai Rata-rata pH ekstrak Klorofil *C.vulgaris* dalam aseton pada kondisi tanpa cahaya

Diketahui dari Gambar 4, Nilai pH ekstrak klorofil yang diamati dari kondisi gelap mengalami penurunan pada pengukuran berikutnya, hal ini menunjukkan bahwa degradasi kandungan klorofil-a (gambar 2 dan gambar 3) berpengaruh terhadap pH ekstrak. Penyebab turunya pH baik tanpa penambahan ataupun dengan penambahan pH disebabkan adanya reaksi lepasnya ion Mg^+ pada ikatan klorofil. Menurut Suzery, dan Kusri (2004) terlepasnya ion Mg^+ pada klorofil tersubstitusi oleh ion H^+ bebas dengan demikian menyebabkan pembentukan feofitin yang berpengaruh terhadap keasaman pada klorofil. Ditambahkan Winarno (1997) reaksi pembentukan feofitin berlangsung cepat dalam kondisi asam.

Reaksi serupa ditunjukkan oleh pengamatan pH dengan kondisi cahaya terang yang menunjukkan terjadi interaksi yang sangat nyata antara pengaruh terhadap kondisi cahaya, perbedaan penstabil dan lama penyinaran. Interaksi pH antara perbedaan jenis penstabil dan lama penyinaran tersaji pada Gambar 5.



Gambar 5. Nilai Rata-rata pH ekstrak Klorofil *C.vulgaris* dalam aseton pada kondisi terpapar cahaya

Reaksi yang terjadi pada Gambar 5, menunjukkan kondisi penurunan pH yang lebih cepat dibandingkan dengan kondisi gelap. pH pada kondisi klorofil yang berinteraksi langsung dengan cahaya lebih mengalami penurunan yang besar dimungkinkan karena pengaruh cahaya terhadap ekstrak klorofil sehingga mempengaruhi keasaman ekstrak klorofil sendiri dan memicu terbentuknya feofitin dan turunan dari feofitin sendiri sampai kandungan warna hijau pada ekstrak klorofil hilang. Menurut Wahyu *et al.*, (2008) keberadaan cahaya pada klorofil akan memicu terjadinya reaksi fotooksidasi, dimana hasil dari reaksi tersebut adalah O_2^- . Ditambahkan oleh Walker (1963) dalam Oktafianti (1987) pengaruh penurunan dapat terjadi karena kondisi penyipanan aerobik. Dijelaskan selama penyimpanan terdapat dua bentuk degradasi klorofil yaitu yang membentuk feofitin dan selanjutnya degradasi feofitin sendiri. Selain hal itu kondisi jaringan tanaman umumnya bersifat asam sehingga masih terjadi reaksi pembentukan feofitin meskipun dalam kondisi asam lemah.

Penambahan $MgCO_3$ dan $NaHCO_3$ dimaksudkan untuk mempertahankan derajat keasaman ekstrak klorofil agar dalam suasana menjadi basa sehingga degradasi akibat pH asam yang dapat memicu terbentuknya feofitin dapat dihambat. Penambahan $NaHCO_3$ dalam ekstrak dimaksudkan akan bersifat basa didalam larutan namun $NaHCO_3$ tidak dapat larut didalam aseton akan tetapi pada pengukuran keasaman pH $NaHCO_3$ menunjukkan $8,2 \pm 0,05$ menurut FAO (2012) keasaman Sodium Hidrogen Karbonat memiliki nilai 8 hingga 8,6 pada larutan 1%. Penggunaan $MgCO_3$ dan $NaHCO_3$ dengan konsentrasi 0,1% terbukti signifikan untuk mempertahankan kandungan klorofil yang disinari cahaya. pH ekstrak pada kondisi gelap tetap mengalami penurunan. Menurut Walker (1963) dalam Oktafianti (1987) hal itu dikarenakan kondisi jaringan tanaman umumnya bersifat asam sehingga masih terjadi reaksi pembentukan feofitin meskipun dalam kondisi asam lemah.

Penelitian yang dilakukan merujuk pada penelitian Arkham (2012) yang mengaplikasikan beta-caroten dari mikroalga *Porphyridium cruentum* menjadi tablet larut (evervescent). Prosedur pengeringan biomasa masih menghindari kontak dengan suhu tinggi dikarenakan pigmen carotenoid sangat rentan mengalami degradasi terhadap pengaruh suhu tinggi. Penambahan bahan penstabil diberikan terhadap pigmen warna sebelum dilakukannya pemrosesan / ekstraksi untuk mempertahankan stabilitas warna lebih kuat sehingga pigmen warna dapat digunakan dengan metode yang optimal.

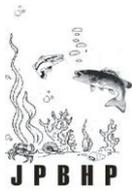
KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan uji yang dilakukan maka diketahui $MgCO_3$ dan $NaHCO_3$ dapat digunakan sebagai penstabil terhadap degradasi kandungan pigmen klorofil-a. $MgCO_3$ dan $NaHCO_3$ dalam larutan bersifat basa yang dapat mempertahankan kondisi ekstrak klorofil sehingga menghambat pembentukan feofitin yang dapat terjadi pada kondisi asam. Kandungan klorofil a ekstrak *C. vulgaris* tanpa penambahan penstabil yang terpapar cahaya secara terus menerus berkurang sebanyak 79% selama 2 hari penyimpanan, sedangkan pada sampel dengan penambahan bahan penstabil selama 2 hari dapat lebih baik mempertahankan penurunan kandung klorofil-a sebesar 70-75%. Penstabil yang optimal digunakan pada pengaruh penyinaran yaitu $MgCO_3$ 13% dari kontrol yang digunakan, sedangkan $NaHCO_3$ mampu mempertahankan 5% lebih baik dibandingkan kontrol.

Penelitian yang telah dilakukan telah membuktikan adanya pengaruh terhadap kerusakan cahaya dengan faktor kerusakan akibat reaksi dengan cahaya adalah terjadinya reaksi oksidasi, untuk penelitian selanjutnya selain bahan penstabil kimia perlu ditambahkan antioksidan untuk mengurangi pengaruh oksidasi pada ekstrak klorofil. Kurangnya informasi mengenai bahan penstabil yang digunakan untuk penstabil warna sehingga perlu penstabil perlu dibandingkan dengan satu golongan logam yang sama.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariyanto, R. 2012. Kajian pigmen *Chlorella vulgaris* dan *Dunaliella salina* pada umur panen yang berbeda [Skripsi]. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Teknologi Hasil Perikanan, Universitas Diponegoro. Semarang
- Arkham, MN. 2012. Analisis Kuantitatif dan Stabilitas β -karoten pada Biomassa Pasta dan Serbuk dari Mikroalga *Porphyridium cruentum* dan Formulasinya pada *Effervescent* [Skripsi]. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Teknologi Hasil Perikanan, Universitas Diponegoro. Semarang
- Chang, ML, Young, SP, Man HC, and Ryong H, T. 2001. Physical Stability of the Blue Pigments Formed from Geniposide Gardenia Friuts: Effects of pH, Temperature and Light. Department of Chemistry and Genetic Engineering, and Plant Metabolism Research Center, Kyung Hee University, Suwon 449-701, Korea
- FAO : Official Journal of the European Union. 2012. Regulation (EU) No 231/2012 of 9 March 2012 laying down specifications for food additives listed in Annexes II and III to Regulation (EC) No 1333/2008 of the European Parliament and of the Council
- Farida H, T, Sapto H, E dan Subagija. 2008. Balai Besar Industri Argo. Bogor
- Henriquez, M. H. F., Simoes, A. M. A., Rocha, J. M. S. 2004. Identification of Chlorophyll and Other Pigments: New Approach in Experimental Teaching and Mercosur Congress on Chemical Engineering, 4th Mercosur Congress on Process Systems Engineering, 2(1) Page 1-10
- Hermawan, R, Hayati, E.K, Budi, US. 2010. Effect of Temperature, pH on Total Concentration and Color Stability Anthocyanins Compound Extract Reselle Calyx (*Hibiscus sabdariffa*) 2(1), hal 104-157
- Lichtenthaler, H.K., dan C. Buschmann. 2001. Chlorophyll and Carotenoids: Measurement and Characterization by UV-Vis Spectroscopy. Current Protocols in Food Analytical Chemistry, F4.3.1 – F4.3.8.
- Oktafianti, L. 1987. Perubahan-Perubahan yang terjadi pada Ekstrak Warna Hijau Daun Suji (*pleomeleangustifolia*) selama Penyimpanan [Skripsi]. Bogor: Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor.
- Samsudin, Asep M dan Khoiruddin. 2009. Ekstraksi, Filtrasi Membran Dan Uji Stabilitas Zat Warna Dari Kulit Manggis. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Diponegoro. Semarang
- Socaciu, C. 2008. Food Colorants : Chemical and Functional Properties. University of Agricultural Science and Veterinary Medicine Cluj-Napoca, Romania.



- Suzery, M. dan D, Kusriani. 2004. Buku Ajar Pemisahan dan Analisis Bahan Alam. FMIPA, UNDIP, Semarang, 131 hlm.
- Tahyudin, I. 2012. Statistika Dasar : Teori dan Praktek. Zahira Media Publisher. Purwokerto
- Wahyu , A B. Notosudarmo S dan Leenawaty L. 2008. Pengaruh Pengasaman terhadap Fotodegradasi Klorofil a. Jurnal Matematika dan Sains, September 2008. Universitas Kristen Satya Wacana. Salatiga. 13(3) 66-75
- Winarno, F.G., 1997, Kimia Pangan dan Gizi, Penerbit PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, Hal: 110.
- Zhao, B., Su-Yin, T., Jia, L., mui, H.L., Lionel ,K.H.L., Shabbir, M. M. 2004 Simultaneous Determination of Vitamin C, E and Beta Caroten In Human Plasma by High-Permorfance Liquid Chromatography with Photo diode Array Detection. Journal Medical and Enviromental Research Institute, 7 (2) : 200 -204.