

PENGARUH GARAM DAPUR DAN CUPRI SULPHAT TERHADAP PERTUMBUHAN ALGA CYANOPHYTA YANG DIISOLASI DARI BATU BATA BANGUNAN PURA DI DESA TEJAKULA BULELENG

¹N. L. P. M. Widiyanti, ²I. G. A. N. Setiawan, ³I. A. P. Suryanti

^{1,2,3}Jurusan Pendidikan Biologi, Universitas Pendidikan Ganesha
Singaraja, Indonesia

E-mail : manikwidiyanti@gmail.com, gustiagungsetiawan@yahoo.com,
dayusuryanti@yahoo.co.id

Abstrak

Penelitian ini mengenai pengaruh garam dapur (NaCl) dan *cupri sulphat* (CuSO₄) terhadap pertumbuhan alga *Cyanophyta* ini bertujuan untuk membandingkan pemberian variasi konsentrasi NaCl dengan CuSO₄ dalam menghambat pertumbuhan alga *Cyanophyta* yang diisolasi dari batu bata bangunan Pura di desa Tejakula Buleleng. Penelitian eksperimental ini menggunakan rancangan penelitian *the randomized pre- post-test control group design*. Prosedur kerja diawali dengan pengumpulan data, pengamatan objek dengan menghitung jumlah alga *cyanophyta* pada media pertumbuhan yang diberikan konsentrasi garam dapur dan cupri sulphat dengan konsentrasi 0%, 5%, 10%, 15%, 20% dan 25%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan pemberian garam dapur dan CuSO₄ dengan konsentrasi yang berbeda berpengaruh terhadap pertumbuhan alga *Cyanophyta*. Hal tersebut dibuktikan dengan adanya hambatan pertumbuhan alga pada NaCl lebih baik dibandingkan dengan CuSO₄ kecuali pada konsentrasi 10 %. Alga *Cyanophyta* yang diisolasi dari batu bata bahan bangunan pura di desa Tejakula Buleleng juga tumbuh dengan baik pada media aquadest

Kata kunci : Alga *Cyanophyta*, diisolasi, garam dapur, *cupri sulphat*

Abstract

The research was about the effect of salt (NaCl) and cupri sulphate (CuSO₄) against the growth of algae *Cyanophyta* aims to compare the administration of various concentrations of NaCl with CuSO₄ in inhibiting the growth of algae *Cyanophyta* isolated from brick temple building in the village of Tejakula Buleleng. This study used *the randomized pre- posttest control group design*. The procedure was started with data collection, observation of objects by counting the number of algae growth in medium which given salt concentration and cupri sulphate with concentrations of 0%, 5%, 10%, 15%, 20 % and 25%. The results showed that treatment with salt and CuSO₄ in different concentrations affected the *Cyanophyta* algae growth. The evidence was the existence of barrier to the growth of algae better than CuSO₄

except in concentration 10 %. Algae *Cyanophyta* isolated from brick temple building materials in Tejakula Village Buleleng grew well on aquadest medium.

Keywords : *Cyanophyta algae, isolated, salt, cupri sulphat*

PENDAHULUAN

Bali dikenal sebagai pulau seribu pura karena dominan masyarakatnya beragama Hindu. Pura merupakan tempat ibadah dimana umat hindu melakukan upacara keagamaan. Konstruksi pura di Bali lebih banyak dibangun dengan bahan dasar bebatuan seperti batu bata, batu paras dan batu merah. Tujuan penggunaan bebatuan dalam konstruksi pura adalah untuk memperkuat bangunan pura tersebut seperti halnya penggunaan batu bata.

Batu bata merupakan salah satu bahan bangunan penting berbahan tanah liat (lempung) dengan atau tambahan bahan lain. Batu bata yang baik sebagian besar terdiri atas pasir (silika) dan tanah liat (alumina), yang dicampur dengan perbandingan tertentu, sehingga bila ditambahkan sedikit air bersifat plastis. Kapur yang ditambahkan dalam pembuatan batu bata berguna untuk membantu proses pelelehan pasir saat pembakaran, dan mengikat butir-butir tanah. Kapur ini akan bereaksi dan mengembang bila terkena kandungan air sehingga dapat merekatkan batu bata. Akan tetapi bila terlalu banyak kapur, batu bata akan retak. Selain kapur, batu bata yang baik harus mengandung sedikit oksida besi karena bentuk batu bata yang empat persegi panjang, bersudut siku-siku tajam dan permukaannya rata (Swastikawati, 2012).

Iklim tropis di Indonesia yang memiliki dua musim yaitu hujan dan kemarau menyebabkan bebatuan yang menjadi bahan bangunan pura ditumbuhi oleh

mikroorganisme. Pertumbuhan mikroorganisme di bebatuan berpengaruh negatif terhadap kokohnya bangunan pura. Beberapa mikroorganisme tersebut menyebabkan batu menjadi rapuh dan melapuk. Pelapukan yang terjadi berdampak negatif terhadap konstruksi bangunan yang melemah, nilai kesucian dan keindahan pura menurun serta aktivitas beribadah masyarakat menjadi terganggu. Dampak negatif tersebut menyebabkan masyarakat mencari solusi untuk menanggulangi pelapukan oleh mikroorganisme dengan menggunakan bahan yang mudah ditemukan di kehidupan masyarakat sehingga masa kokoh dari bangunan menjadi lebih lama dan kuat.

Penanggulangan pelapukan bahan bangunan dapat dilakukan dengan cara fisika maupun kimia. Metode Elektro-Osmosis dengan menggunakan sinyal DC dan sinyal EOP (Electro-Osmosis Pulse) 30V dapat mengendalikan air dalam batu bata (Wicaksono, 2012) dimana diketahui, makhluk hidup tidak kecuali mikroorganisme antara lain alga sangat membutuhkan air dalam pertumbuhannya. Bahan kimia yang dapat digunakan untuk mengisi "nat" diantara batu candi antara lain epoksi resin (resin sintetis) untuk konservasi candi borobudur (Gunawan, dkk., 2011). Selain itu ada zat kimia sebagai desinfektan yaitu Klorin, Iodin, Alkohol, Amonium Kuarterner, formaldehida, Kalium permanganat dan fenol. Jenis-jenis desinfektan selain digunakan untuk menghambat pertumbuhan mikroorganisme

juga memiliki dampak negatif bagi kesehatan. Dampak negatifnya seperti resiko keracunan, polusi terhadap lingkungan, resiko terhadap kesehatan serta efek karsinogen. Untuk meminimalisir dampak negatif dari zat disinfektan maka perlu ditemukan bahan pengawet yang ramah lingkungan.

Garam dapur (NaCl) merupakan salah satu bahan makanan yang sudah memasyarakat. Selama ini pemanfaatan garam dapur di masyarakat sebagai bahan penyedap dan pengawet makanan. Kemampuan garam dapur untuk mengawetkan makanan pada dasarnya adalah kemampuan garam dalam menghambat pertumbuhan mikroorganisme. Kemampuan menghambat bakteri tersebut disebabkan oleh kandungan ion khlor yang beracun terhadap mikroorganisme serta dapat mengganggu kerja enzim proteolitik karena dapat mengakibatkan terjadinya denaturasi protein. Kemampuan ini dapat menjadi salah satu solusi untuk menghambat pertumbuhan mikroorganisme yang tumbuh di batuan bahan dasar bangunan pura di desa Tejakula Buleleng khususnya dan di Bali umumnya sehingga pelapukan yang menjadi permasalahan masyarakat dapat ditanggulangi.

Berdasarkan paparan tersebut, maka penelitian ini dipandang perlu dilakukan untuk membuktikan kebenaran kemampuan garam dapur sebagai penghambatan pertumbuhan mikroorganisme yang terdapat di batu bata bahan bangunan pura di desa Tejakula Buleleng.

METODE

Penelitian ini adalah penelitian dengan jenis eksperimental sungguhan. Penelitian ini adalah membandingkan

pengaruh konsentrasi garam dapur dan konsentrasi cupri sulphat dengan konsentrasi 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, dan 25% dalam menghambat pertumbuhan alga Cyanophyta yang diisolasi dari batu bata bangunan pura di desa Tejakula Buleleng.

Berdasarkan jenis penelitian yang akan dilaksanakan, maka didapatkan suatu rancangan penelitian dengan menggunakan *the randomized pre- post-test control group design*. Rancangan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL). Pada setiap kelompok perlakuan terdiri atas 5 replikasi. Jumlah pengulangan ini diperoleh dengan rumus yaitu: $t(r-1) \geq 20$ dengan $t =$ jumlah perlakuan, $r =$ jumlah pengulangan (Gazpersz, 1991).

Populasi penelitian ini adalah seluruh alga yang tumbuh pada batu bata bahan dasar bangunan pura yang telah lapuk di desa Tejakula Buleleng. Sampel dalam penelitian ini adalah biakan murni alga Cyanophyta yang diisolasi dari batu bata bahan dasar pembuatan bangunan pura di desa Tejakula Buleleng. Pengambilan sampel ditetapkan dengan teknik acak sederhana (*simple random sampling*) dengan menggunakan undian.

Variabel bebas dari penelitian ini adalah konsentrasi garam dapur dan cupri sulphat yang variasi konsentrasinya adalah 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, dan 25%.

Dalam penelitian ini yang menjadi variabel terikatnya adalah jumlah alga cyanophyta yang diisolasi dari batu bata bangunan pura yang telah lapuk di desa Tejakula Buleleng karena perlakuan garam dapur dan cupri sulfat dengan konsentrasi 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, dan 25%.

Variabel kontrol dalam penelitian ini adalah media pertumbuhan alga Cyanophyta pada media *Blue Green Media-*

11 (BGM-11 : Sigma), lingkungan isolasi, lingkungan inkubasi dan instrumen penelitian.

Dalam penelitian ini hanya digunakan instrumen diantaranya, stapler, karet gelang, tabung reaksi, pengaduk, gelas ukur, pipet tetes, beker glass volume 1 liter, neraca analitis, *Paper disc*, *catton swab*, jarum ose, Tabung Erlenmeyer, sendok, lampu bunsen, *hot plate*, *autoclave*.

Dalam pengumpulan data, obyek diamati dengan menghitung jumlah alga *cyanophyta* pada media pertumbuhan yang diberikan konsentrasi garam dapur dan cupri sulphat dengan konsentrasi 0%, 5%, 10%, 15%, 20% dan 25%.

Data dianalisis dengan UNIVARIAT. Jika terdapat perbedaan yang bermakna pada masing-masing perlakuan, dilakukan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 5%. Analisis jumlah alga sebelum dan sesudah perlakuan dianalisis dengan *Gain score*

= Jumlah alga max (sebelum) – Jumlah alga min (setelah)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Keadaan lingkungan yang diukur pada penelitian ini seperti tercantum pada tabel 1 dan tabel 2 di bawah ini.

Tabel 1. Data Keadaan Lingkungan Pertumbuhan Alga pada Media BG-11 dan Media Perlakuan (10 hari setelah inkubasi)

Lingkungan Fisik	Suhu (°C)	Kelembaban	Kadar Air (%)	Besaran cahaya (pada 20000 Luxmeter)
1. Tempat Tumbuh Alga di Desa Tejakula (pukul 09.00-09.30) WITA	28	20	58	001
2. Pagi hari (pukul 09.00-9.30) WITA	28	20	58-60	001-052
3. Siang hari (pukul 13.00-14.00) WITA	28-30	20-25	60-64	700-744
4. Sore hari (pukul 18.00-18.15) WITA	30	5	40	000-001

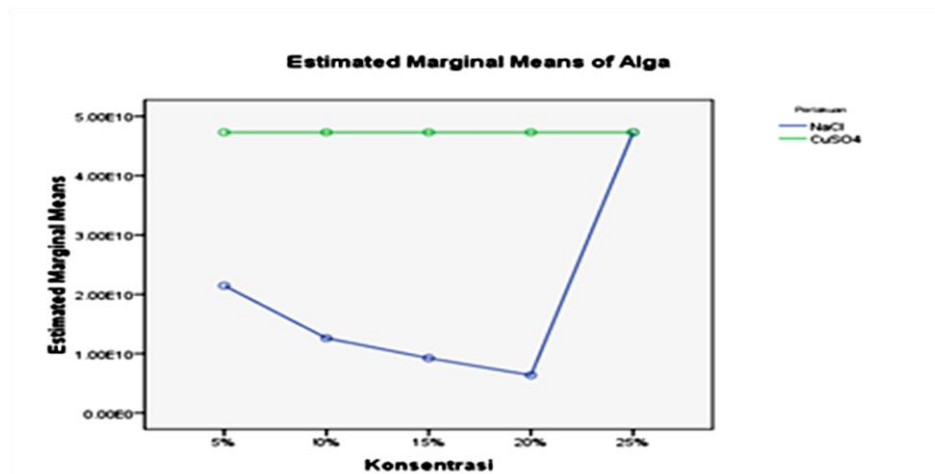
Tabel 2. Data pH medium perlakuan dan medium kontrol

Jenis Media	pH sebelum alga ditumbuhkan	pH medium setelah alga ditumbuhkan
Media kontrol CuSO ₄	4	5
Media kontrol NaCl	7	7
Media kontrol aquadest	7	7
Media CuSO ₄ 15%	4	3
Media CuSO ₄ 25%	4	2

Interaksi konsentrasi dan perlakuan pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 1. Pada gambar 1 menunjukkan

ada interaksi antara konsentrasi dan perlakuan dalam menghambat

pertumbuhan alga yang ditandai adanya perpotongan garis grafik dari perlakuan.



Gambar 1. Grafik yang menunjukkan Interaksi konsentrasi dan perlakuan dalam menghambat pertumbuhan alga.

Tabel 3. Jumlah alga setelah perlakuan NaCl dan CuSO₄

Konsentrasi Replikasi	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	Rata-rata	CCRC
NaCl 5% 1	2010	37300	255000	980000	970000	2194862	21948620000
2	2110	26500	259000	1140000	860000	2005522	20055220000
3	3290	21000	234000	1020000	990000	2235658	22356580000
CuSO4 5% 1	3980	38200	378000	3110000	3200000	7106036	71060360000
2	3420	29900	300000	3410000	3000000	6748664	67486640000
3	3610	23100	223000	3190000	1010000	2707942	27079420000
NaCl 10% 1	2520	22200	156000	1410000	390000	1098144	10981440000
2	2210	20100	168000	1630000	630000	1624062	16240620000
3	1590	18900	143000	1120000	400000	1056698	10566980000
CuSO4 10% 1	4010	38300	400000	3000000	1850000	4388462	43884620000

Konsentrasi Replikasi	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	Rata-rata	CCRC
2	2680	33300	377000	3020000	1230000	3146596	31465960000
3	2790	32100	370000	2670000	1720000	4054978	40549780000
NaCl 15% 1	1440	13600	90000	710000	290000	743008	7430080000
2	930	9700	29000	450000	330000	757926	7579260000
3	690	9900	66000	270000	600000	1269318	12693180000
CuSO4 15% 1	1510	21500	198000	1690000	1080000	2542202	25422020000
2	1210	13500	210000	1290000	1300000	2902942	29029420000
3	1130	10200	189000	1010000	1650000	3542066	35420660000
NaCl 20% 1	1100	9900	29000	290000	270000	606000	6060000000
2	720	8700	24000	280000	300000	662684	6626840000
3	320	4500	35000	250000	290000	637964	6379640000
CuSO4 20% 1	1030	19800	171000	930000	720000	1664366	16643660000
2	1980	13000	123000	1000000	880000	1987596	19875960000
3	950	15400	93000	950000	1110000	2431870	24318700000
NaCl 25% 1	1200	3300	45000	300000	290000	649900	6499000000
2	1010	3700	60000	590000	270000	670942	6709420000
3	840	6500	70000	310000	240000	557468	5574680000
CuSO4 25% 1	1220	12900	210000	1290000	930000	2162824	21628240000
2	1240	10200	101000	1170000	760000	1776488	17764880000
3	1200	16800	191000	290000	1030000	2159800	21598000000

Tabel 4. Jumlah alga biakan murni yang diisolasi dari batu bata bahan bangunan pura di desa Tejakula Buleleng dalam *aquadest*.

Aquade	10-1	10-2	10-3	10-4	10-5	Rata-	CCRC	Pertumbuh
--------	------	------	------	------	------	-------	------	-----------

st (treatment)			rata pertumbuhan alga	pertumbuhan alga dalam aquadest		an alga sebelum perlakuan dalam BG- 11 (CCRC)		
	6930	57900	529000	55500 00	48900 000	110087 66	1,10088E +11	473027800 00
<i>Gain</i> pertumbuhan alga dalam media aquadest - BG-11							6,28E+10	

Rata-rata *gain score* jumlah pertumbuhan sel alga dalam setiap mililiter sebelum dan sesudah perlakuan setiap konsentrasi dan dibandingkan dengan

biakan murni yang ditumbuhkan dalam aquadest dirangkum dalam tabel 5 di bawah ini.

Tabel 5. *Gain score* jumlah sel alga/ml sebelum dan sesudah perlakuan dan *gain* biakan murni dalam aquadest

Perlakuan	Rata-rata pertumbuhan alga (CCRC)	<i>Gain</i> jumlah sel alga sebelum dan sesudah perlakuan pada media BG-11	CCRC Aquadest- CCRC perlakuan
NaCl 5%	21453473333	25849326667	8,86E+10
CuSO ₄ 5%	55208806667	-7906006667	5,49E+10
NaCl 10%	12596346667	34706453333	9,75E+10
CuSO ₄ 10%	38633453333	8669346667	7,15E+10
NaCl 15%	9234173333	38068626667	1,01E+11
CuSO ₄ 15%	29957366667	17345433333	8,01E+10
NaCl 20%	6355493333	40947306667	1,04E+11
CuSO ₄ 20%	20279440000	27023360000	8,98E+10
NaCl 25%	6261033333	41041766667	1,04E+11
CuSO ₄ 25%	20330433333	26972366667	8,98E+10

Tabel 6. Jumlah alga yang diisolasi dari batu bata bahan bangunan pura desa Tejakula Buleleng dalam media kontrol

	Kontrol	CCRC
NaCl	0	0
CuSO ₄	0	0
Aquadest	0	0

Tabel 7. Rata-rata jumlah alga yang tumbuh pada setiap konsentrasi dan *Gain score* setiap konsentrasi

Rata-rata jumlah sel alga/ml	Rata-rata Pertumbuhan (CCRC)	<i>Gain</i> pertumbuhan setiap konsentrasi perlakuan antara CuSO ₄ dengan NaCl
NaCl 5%	21453473333	3,38E+10
CuSO ₄ 5%	55208806667	
NaCl 10%	12596346667	2,60E+10
CuSO ₄ 10%	38633453333	
NaCl 15%	9234173333	2,07E+10
CuSO ₄ 15%	29957366667	
NaCl 20%	6355493333	1,39E+10
CuSO ₄ 20%	20279440000	
NaCl 25%	6261033333	1,41E+10
CuSO ₄ 25%	20330433333	
<i>Gain</i> CuSO ₄ 25%-CuSO ₄ 20%		5,10E+07

Alga *Cyanophyta*, alga hijau-biru berbeda dengan alga yang lainnya. Alga ini memiliki pigmen yang terlokalisasi di kromatophora tertentu yaitu bagian peripheral protoplast dan termasuk ke dalam klorofil α , karotin dan xantophylls. Alga ini juga mempunyai pigmen biru yaitu c-phycocyanin dan pigmen merah yaitu c-phycoerythrin. Keunikan lain dari *cyanophyta* adalah nukleus yang primitif, badan pusat dan tidak ada membran nukleolus dan nukleolus. Habitatnya biasanya di air tawar, bebatuan yang basah atau tanah basah. Ada juga tumbuh di air

panas dengan suhu 85°C. Pada air panas dengan karakteristik air dengan kalsium dan komponen senyawa magnesium, khususnya bikarbonat terlarut, alga hijau biru menyebabkan presipitasi (endapan) garam kalsium dan magnesium dalam membentuk karbonat yang tidak larut. Jumlah karbonat yang terendapkan itu juga memungkinkan material tersimpan dengan ketebalan 2-4 mm selama seminggu berjalan. Pada teras dasar air itu membentuk warna yang cemerlang oleh lapisan alga (Smith, 1955)



Gambar 1. Bubble pada perlakuan (dokumentasi peneliti)

Hasil penelitian didapatkan bahwa jumlah alga yang diisolasi dari bahan bangunan pura di desa Tejakula Buleleng dan ditumbuhkan pada media BG-11 adalah $4,7302780 \cdot 10^{10}$ sel/ml. Alga yang terisolasi, dipengaruhi oleh kondisi lingkungan antara lain: suhu udara, pH, kadar air, kelembaban, jumlah cahaya. Suhu udara di desa Tejakula pada bulan Oktober 2014 adalah 28 - 30°C. Sampel yang diambil di batuan bata bahan bangunan pura dengan 2 daerah transek yang berukuran 1 cm x 1 cm. Pertumbuhan alga dan perlakuan untuk mengetahui daya hambat dilakukan pada bulan Oktober-Nopember 2014 di laboratorium mikrobiologi pada media BG-11. Suhu udara ruangan di laboratorium berkisar 28-30°C dan jumlah cahaya tertinggi pada siang hari yaitu 700-744 luxmeter (tabel 1). Kondisi ini memungkinkan tumbuhnya alga *cyanophyta* karena mempunyai pigmen klorofil yang terdapat pada protoplas untuk fotosintesis. Kadar air dan kelembaban yang tinggi baik di daerah tempat mengisolasi alga dan kondisi di laboratorium masing-masing berkisar 58-64% dan 20-25 memungkinkan alga untuk tumbuh, karena umumnya hidup di lingkungan perairan, daerah musim hujan dan daratan.

Perpaduan suhu tropik, kadar air dan kelembaban memberikan tumbuh suburnya alga pada medium BG-11 dan juga dalam media *aquadest*. Alga *cyanophyta* juga tumbuh pada air panas dengan suhu optimal 85°C. Pertumbuhan alga di dalam *aquadest* menunjukkan lebih tinggi dibandingkan di medium BG-11 (tabel 4), dengan *gain score*: $6,28E+10$ sel/ml. Perlakuan kultur murni mikroalga *cyanophyta* yang ditumbuhkan dalam *aquadest* menunjukkan pertumbuhan yang

tinggi (tabel 4), dengan jumlah sel alga/ml adalah $1,10088E+11$. Hal ini sesuai dengan pernyataan Smith (1955) bahwa habitat alga *cyanophyta* biasanya di air tawar, bebatuan yang basah atau tanah basah.

Aquadest merupakan media yang baik untuk pertumbuhan alga (tabel 4). Tabel 6 menunjukkan bahwa media kontrol yaitu NaCl, CuSO₄ dan *aquadest* tidak terkontaminasi oleh alga. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadi hambatan pertumbuhan alga karena perlakuan dengan mencari *gain* sebelum dan sesudah perlakuan (tabel 5) untuk setiap konsentrasi NaCl dan CuSO₄, kecuali pada perlakuan CuSO₄ 10%, dimana pertumbuhan alga pada konsentrasi ini lebih tinggi dibandingkan sebelum perlakuan. Ini dimungkinkan karena Cu merupakan unsur mikro yang diperlukan dalam pertumbuhan tanaman dan sebagai inducer tumbuhan tertentu (Arifin, 2007) dan Sartini, dkk. (2010). CuSO₄ merupakan elemen mikro yang dibutuhkan untuk pertumbuhan *blue green algae* (James, 1978).

Perlakuan pH medium mempengaruhi tumbuhnya alga. *Aquadest* dan NaCl mempunyai pH yang netral, sedangkan CuSO₄ mempunyai pH yang asam (tabel 2). Menurut Kaseno (BPPT, 2002), karakteristik media dengan pH asam yaitu mengendapkan ion-ion anorganik seperti kalsium, magnesium, natrium. Ini memungkinkan alga *cyanophyta* tumbuh dengan baik di batu bahan bangunan pura dimana bahan dasar batuan ini adalah tanah liat yang mengandung antara lain Na dan Mg, Ca, Si (Sitohang dan Hazairin, 2002). Dilihat dari komposisi dari media BG-11 yang merupakan media pertumbuhan *cyanophyta* dimana mineral tersebut merupakan komposisi penyusun media pertumbuhan *cyanophyta*. Secara

lengkap media pertumbuhan *cyanophyta* adalah NaNO_3 :1,59g; K_2HPO_4 : 0,039 g; $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$: 0,075 g; Na_2CO_3 : 0,02 g; $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$: 0,02g; $\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$: 0,058 g; EDTA : 0,001 g; Citric acid : 0,006 g; FeCl_3 : 0,002 g; Microelement 1 ml yang terdiri dari : H_2BO_4 : 2,86 g; $\text{MnCl}_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$:1,81 g; $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$: 0,222 g; $\text{NaMoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$: 0,391 g; $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$: 0,079g; $\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 0,0494$ g (James, 1978). Terendapkannya ion-ion anorganik itu menyebabkan bikarbonat menjadi tidak larut karena pertumbuhan alga. Kapur (karbonat) atau CO_3 yang ditambahkan ke dalam tanah liat dalam pembuatan batu bata, berguna untuk membantu proses pelelehan pasir saat pembakaran batu bata, dan mengikat butir-butir tanah. Kapur ini akan bereaksi dan mengembang bila terkena kandungan air sehingga dapat merekatkan batu bata (Swastikawati, 2012).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan NaCl dan CuSO_4 terhadap pertumbuhan alga, NaCl menghambat pertumbuhan alga lebih baik dibandingkan dengan dengan CuSO_4 (tabel 3, 4 dan 5.). Setelah diberikan perlakuan garam NaCl dan CuSO_4 dengan konsentrasi 5%, 10%, 15%, 20% dan 25% didapatkan hasil seperti tabel 3. Garam dapur (NaCl) berfungsi sebagai penghambat pertumbuhan mikroorganisme pembusuk dan patogen karena mempunyai sifat-sifat anti mikroorganisme yaitu akan meningkatkan tekanan osmotik substrat, menyebabkan terjadinya penarikan air dari dalam sel mikroorganisme sehingga sel akan kehilangan air dan mengalami pengerutan, ionisasi garam akan menghasilkan ion khlor yang beracun terhadap mikroorganisme, serta dapat mengganggu kerja enzim proteolitik karena dapat mengakibatkan terjadinya denaturasi

protein (Winiati, 1992). Hal ini pula diungkapkan oleh Estiasih (2009) yang menyatakan bahwa penambahan garam berfungsi mengawetkan karena kadar garam yang tinggi menghasilkan tekanan osmotik yang tinggi dan aktivitas air rendah. Kondisi ekstrim ini menyebabkan kebanyakan mikroorganisme tidak dapat hidup (Estiasih, 2009). Cupri sulphat (CuSO_4) juga dinyatakan sebagai penghambat mikroorganisme antara lain jamur, alga, dan bakteri (Suheryanto, 2010), anti lumut pada kolam renang (Sukma, 2013), tetapi dari data didapatkan CuSO_4 menghambat pertumbuhan alga lebih rendah dibandingkan NaCl .

Tabel (3, 4 dan 5) didapatkan bahwa NaCl menghambat pertumbuhan alga lebih baik dibandingkan CuSO_4 untuk semua konsentrasi yaitu 5%, 10%, 15%, 20% dan 25%. Penelitian Sartini dkk (2010), CuSO_4 sebagai inducer kapang endofit yang diisolasi dari kulit kakao (*Theobroma cacao*) untuk menghasilkan enzim polifenol oxidase dimana enzim ini berfungsi untuk mencegah infeksi bakteri pada penderita Parkinson's dan sintesis melanin. Disamping itu juga digunakan secara luas dalam pengolahan makanan. Pada kapang *Alternaria* sp. enzim ini dihasilkan extraselluler. Ini berarti CuSO_4 berfungsi sebagai *growth factor* untuk enzim tertentu pada fungi. Menurut Arifin (2007) tembaga merupakan unsur mineral mikro yang sangat berperan dalam proses metabolisme tubuh.

Ahmadun, dkk. (2009) menyatakan bahwa SO_4^{2-} merupakan salah satu anion dari zat anorganik yang terlarut pada *produced water* yaitu *stream* limbah terbesar yang dihasilkan oleh industri minyak bumi dan gas alam. Luptakova (2007) menyatakan bahwa sulfat ini dapat

direduksi oleh mikroorganisme yaitu *Desulfovibrio desulfuricans* yang dapat mengurangi sulfat dalam keadaan anaerob dan dapat membentuk logam sulfida bila atom S berikatan dengan kation dan logam yang bebas air. Ini berarti bakteri memanfaatkan sulfat dalam pertumbuhannya. Bakteri ini dimanfaatkan dalam pengolahan air seperti yang dinyatakan oleh Bedrikovetsky *et al* (2006) adanya kandungan sulfat dalam pengolahan *produces water* secara injeksi ke dalam tanah hanya diperbolehkan dengan nilai konsentrasi kurang dari 400 ppm, karena konsentrasi sulfat yang tinggi akan menyebabkan pembentukan kerak berupa garam sulfat pada aliran perpipaan. Penelitian Darmawan dkk (Teknik Kimia Fakultas Teknik Industri, ITS) menunjukkan bahwa *Desulfovibrio desulfuricans* di dalam metabolismenya juga menghasilkan sulfat, sulfit dan sulfida. Hasil penelitiannya mendapatkan bahwa, pada hari ke-9 mengalami gradien terbesar penggunaan karbon yang ditandai dengan jumlah maksimum bakteri. Sumber karbon etanol yang ditambahkan pada *produced water* sintesis dinyatakan berpengaruh paling tinggi terhadap penurunan sisa kandungan sulphat. Hal ini pula yang terjadi pada *microalgae cyanophyta* yang ditumbuhkan dalam media CuSO_4 . Menurut James (1978) CuSO_4 merupakan salah satu elemen mikro yang dibutuhkan dalam pertumbuhan *blue green algae*. Darmawan (ITS) juga menyatakan bahwa penambahan Ca^{2+} pada *produced water* sintesis berpengaruh positif terhadap kerja *D. desulfuricans* dalam mereduksi sulfat dan logam berat. Gas H_2S merupakan sisa sulfida hasil metabolisme *D. desulfuricans* yang tidak membentuk logam sulfida. Melihat karakteristik dari sifat kimia NaCl

dan CuSO_4 dalam menghambat pertumbuhan alga (jika dibandingkan pertumbuhannya dalam media *aquadest*), nampak jelas dihambat dilihat dari tabel 5. Penghambatan yang optimal CuSO_4 terhadap pertumbuhan alga dicapai pada konsentrasi 20%.

Konsentrasi CuSO_4 25% dalam menghambat pertumbuhan mikroalga *cyanophyta* lebih sedikit dibandingkan dengan konsentrasi 20% (tabel 7). Jadi penggunaan optimal untuk menghambat pertumbuhan alga adalah CuSO_4 20%. Ini sesuai dengan kurva pertumbuhan mikroba yang terdiri dari fase lag, fase logaritmik, fase stasioner dan fase kematian (Cappuccino, 1987). Konsentrasi cuprum yang tinggi menjadi faktor pembatas bagi pertumbuhan mikroalga *cyanophyta*, seperti yang dikemukakan oleh Tokarnia *et al* (2000) yang menyatakan bahwa keracunan dari logam Cu dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain kadar logam yang dikonsumsi, lamanya mengkonsumsi, umur, spesies, jenis kelamin dan kebiasaan makan makanan tertentu. Suheryanto (2010) juga menyatakan bahwa Cupri sulfat (CuSO_4) juga dinyatakan sebagai penghambat mikroorganisme antara lain jamur, alga, dan bakteri.

PENUTUP

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan di atas, simpulan dalam penelitian ini antara lain adanya pengaruh konsentrasi garam dapur dan CuSO_4 yang berbeda terhadap pertumbuhan alga *cyanophyta* yang diisolasi dari batu bata bahan bangunan pura di desa Tejakula Buleleng. Terdapat hambatan pertumbuhan alga *cyanophyta* terhadap perlakuan NaCl dan CuSO_4 kecuali perlakuan CuSO_4 10% yang ditentukan oleh *gain score* sebelum

dan setelah perlakuan. Hambatan pertumbuhan alga *cyanophyta* menggunakan NaCl lebih baik dibandingkan dengan CuSO₄. Alga *cyanophyta* ini juga tumbuh dengan baik pada media aquadest. Saran dari penelitian ini adalah bagi pencetak bahan bangunan seperti batu bata hendaknya formulasi bahan bangunan yang mengandung antimikroba seperti algasida. Bagi masyarakat pengguna bahan bangunan seperti batu bata hendaknya memberikan perlakuan batu bata seperti perendaman dalam NaCl untuk daya tahan bangunan khususnya dekomposisi dari alga.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmadun, F., Alireza, P., Luqman, C.A., Dayang, R.A. B., Sayed, S.M., Zurina, Z.A. 2009. Review of Technologies for Oil and Gas Produced Water Treatment. *J. Of Hazardous Materials. Hazmat -10003* : 1-5
- Arifin, Z. 2007. Pentingnya Mineral Tembaga (Cu) dalam Tubuh Hewan dalam Hubungannya dengan Penyakit. *Wartazoa*. 17 (2).
- Berdrikovetsky., P. G., Eric, J. M., Raphael M.P.S., Flavia, M.R.P., Fransiska, F.S. 2009. Produced Water Re-Injection with Seawater Treated by Sulphate Reduction Plant : Injectivity decline, Analytical Model. *J. Of Petroleum Sci and Engineering*
- Cappuccino, J.G., Sherman, N. 1987. *Microbiology: A Laboratory Manual*. California, Massachusetts, Ontario, Wokingham, Amsterdam, Sydney, Singapore, Tokyo, Madrid, Bogota, Santiago, San Juan : The Benjamin/Cummings Pub. Company, Inc
- Darmawan, R., Hidayat F., Sri, R.J., Farid, E., Dyah, W.R. Laboratorium Pengolahan Limbah Industri. Jurusan Teknik Kimia, Fak Teknologi Industri, ITS.
- Estiasih, T. 2009. *Tekhnologi Pengolahan Pangan*. Malang : Bumi Aksara
- Gaspersz. V. 1991. *Tekhnik Analisa Dalam Penelitian Percobaan*. Bandung : Tarsito
- Gunawan, A. Cahyandaru, N., Muhamad, R. 2011. Kajian Pengembangan Bahan Konservasi. Mortar tradisional (Hydraulic Mortar) James, D.E. 1978. *Culturing Algae*. U.S.A : Carolina Biological Supply Co.
- Kaseno (BPPT. 2002). Pengaruh Ion-ion anorganik Terhadap Pengendapan Abu- Molases. Oleh Kaseno. UPT-EPG BPP Teknologi Indonesia. *Dept of Chemical Engineering, Faculty of Technology. Tokyo University of Agriculture and Technology, Koganei, Tokyo184, Japan*.
- Luptakova, A. 2007. Importance of Sulphate Reducing Bacteria in Environment. *Nova Biotechnologica*. 7 (1). Departement of Mineral Biotechnologies, Institute of Geotechnics of Slovak Academy of science, Watsanova, Slovak Republik.
- Sartini., Patong, A.R., Halim., Pirman. 2010. Pengaruh Penambahan Tembaga Sulfat terhadap Produksi Enzim Polifenoloksidase dari Fungi Endofit Kulit Buah Kakao. Fak. Farmasi UNHAS, Jurusan Kimia FMIPA UNHAS dan Poltek Negeri Ujung Pandang Makasar
- Sitohang, A dan Hazairin, 2002. Pemanfaatan Kapur dan Pozzolan Sebagai Bahan Baku Utama

- Pembuatan Semen Hidraulis Alternatif. Bandung : ITB
- Smith, G.M. 1955. Cryptogamic Botany. Algae and Fungi. Reprinted 1983. New York : McGraw-Hill Book Company, Inc
- Swastikawati, A. 2012. Standar Pengujian Kualitas Bata Pengganti. Yogyakarta : Balai Konservasi Peninggalan Burobudur.
- Tokarnia, C.H., J. Dobereiner., P.V. Peixoto and S.S. 2000. Outbreak of Copper Poisoning in Cattle Fed Poultry Litter. *Vet. Hum. Toxicol.* 42(2):92-95
- Winiati, P.R. 1992. *Penanganan Limbah Industri Pangan*. Yogyakarta: Kanisius
- Wicaksono, M.A. 2012. Perancangan Sistem Elektro-Osmosis untuk pengendalian air pada batuan candi. Surabaya : ITS