

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengaruh Pemberian Intensitas Cahaya yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan *Scenedesmus* sp. yang Dibudidayakan Pada Media Limbah Cair Tapioka

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan bahwa ada pengaruh pemberian intensitas cahaya yang berbeda terhadap pertumbuhan *Scenedesmus* sp. yang dibudidayakan pada limbah cair tapioka. Hal ini terlihat dari analisis statistik (Tabel 4.1) yang menunjukkan $F_{hitung} = 53,633$ dan $F_{tabel} = 3,48$ pada taraf signifikansi 5% $F_{hitung} > F_{tabel}$. Analisis data *One Way Anova* pertumbuhan selengkapnya ditampilkan pada lampiran 1.

Tabel 4.1. Ringkasan hasil *One Way Anova* mengenai pengaruh pemberian intensitas cahaya yang berbeda terhadap pertumbuhan *Scenedesmus* sp. yang dibudidayakan pada media limbah cair tapioka.

SK	Db	JK	KT	F_{hitung}	$F_{tabel5\%}$
Perlakuan	4	22.705.234.159.780	5.676.308.539.945	53,633	3,48
Galat	10	1.058.367.768.595	105.836.776.860		
Total	14	2.376.360.1928.375			

Adanya pengaruh pemberian intensitas cahaya yang berbeda terhadap pertumbuhan mikroalga *Scenedesmus* sp. diduga karena adanya perbedaan jumlah energi cahaya yang diterima oleh sel mikroalga untuk melakukan proses fotosintesis. Peningkatan intensitas cahaya yang diberikan pada mikroalga menyebabkan laju

pertumbuhan semakin meningkat. Menurut Cohen (1999) mengatakan bahwa cahaya merupakan faktor terpenting dalam kehidupan mikroalga, pertumbuhan sel mikroalga salah satunya dipengaruhi oleh tinggi rendahnya intensitas cahaya. Sumber energi cahaya akan lebih besar jika intensitas cahaya tinggi sedangkan sumber energi cahaya akan lebih kecil jika intensitas cahaya rendah. Becker (1994) berpendapat bahwa mikroalga menggunakan cahaya sebagai sumber energi untuk proses fotosintesis.

Pada pemberian intensitas cahaya yang semakin tinggi, menunjukkan pola pertumbuhan *Scenedesmus* sp. semakin cepat dalam mencapai puncak pertumbuhan. Pertumbuhan yang cepat ini diduga karena pemberian intensitas cahaya yang tinggi dapat menekan aktifitas fotosintesis *Scenedesmus* sp. sehingga pada akhirnya akan mempercepat reproduksi selnya. Sebaliknya pada pemberian intensitas cahaya yang rendah menunjukkan pola pertumbuhan yang lambat. Pertumbuhan yang lambat ini diduga karena kurangnya intensitas cahaya yang dibutuhkan oleh *Scenedesmus* sp. Menurut Cohen (1999) tinggi rendahnya intensitas cahaya sangat menentukan bentuk kurva pertumbuhan dan kepadatan sel mikroalga.

Intensitas cahaya yang efektif dalam memacu pertumbuhan sel *Scenedesmus* sp. dapat diketahui melalui uji lanjut Beda Nyata Terkecil (BNT) ringkasan data BNT 5% disajikan pada (Tabel 4.2). Data uji lanjut Beda Nyata Terkecil (BNT) selengkapnya ditampilkan pada lampiran 3.

Tabel 4.2. Hasil uji BNT 5% mengenai pengaruh pemberian cahaya yang berbeda terhadap kepadatan sel *Scenedesmus* sp. yang dibudidayakan pada limbah cair tapioka.

Intensitas cahaya	Kepadatan (sel/ml)	Notasi
1.000 luks	1.965.909	a
2.000 luks	4.382.576	b
3.000 luks	4.844.697	bc
4.000 luks	5.117.424	bc
5.000 luks	5.375.000	c

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama berarti tidak berbeda nyata dari nilai BNT 5% (591.818).

Ringkasan hasil (Tabel 4.2) menunjukkan bahwa rata-rata kepadatan sel *Scenedesmus* sp. ada perbedaan nyata antara perlakuan 1.000 luks dengan perlakuan 2.000 luks. Selanjutnya perlakuan 2.000 luks, 3.000 luks dan 4.000 luks menunjukkan pengaruh yang sama atau tidak berbeda nyata. Sedangkan pada perlakuan 3.000 luks memiliki nilai rata-rata kepadatan sel lebih tinggi dari perlakuan 1.000 luks dan 2.000 luks, akan tetapi tidak lebih tinggi atau tidak berbeda nyata dengan perlakuan 4.000 luks dan 5.000 luks. Hal ini menunjukkan bahwasanya perlakuan yang paling efektif untuk pertumbuhan sel *Scenedesmus* sp. adalah pada perlakuan 3.000 luks.

Pada masing-masing perlakuan pemberian intensitas cahaya yang berbeda menunjukkan perbedaan dalam tercapainya puncak pertumbuhan. Hal ini dapat terjadi disebabkan oleh tingkat panjang gelombang yang diberikan. Menurut Dwijoseputro (1992), panjang gelombang yang terpancar dari intensitas cahaya yang

berbeda memberikan energi kuantum yang berbeda pula. Pada intensitas cahaya yang tinggi memberikan energi kuantum yang lebih besar sedangkan intensitas cahaya yang rendah memberikan energi kuantum yang lebih kecil.

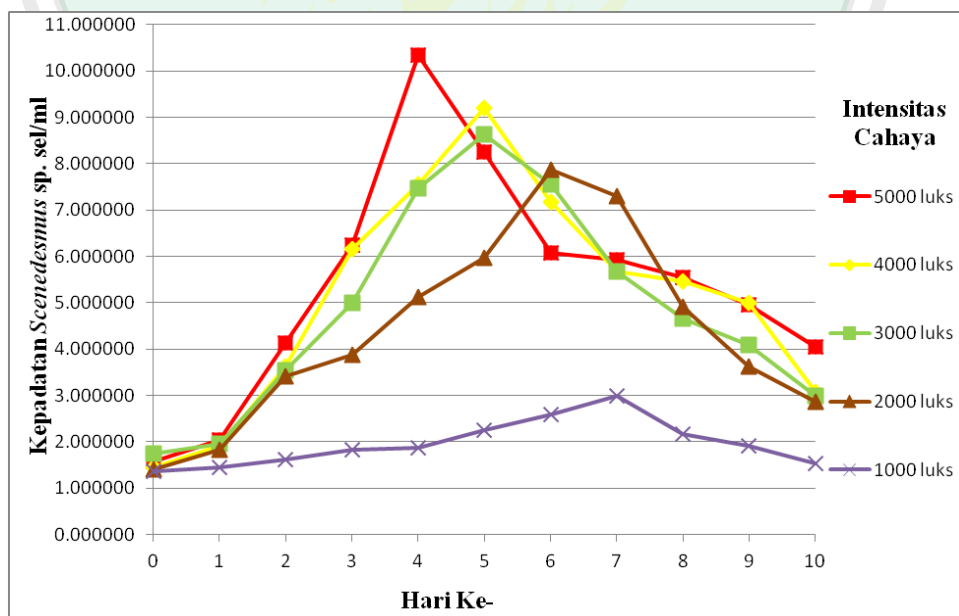
Penelitian-penelitian yang sebelumnya mendukung hasil penelitian ini. Chrismadha (2007) yang melakukan kultur mikroalga *Ankistrodesmus convolutus* skala laboratorium dengan variasi intensitas cahaya yang berbeda mendapatkan kepadatan sel mikroalga tertinggi adalah pada intensitas 5.000 luks. Gunawan (2012) melakukan kultur mikroalga *Tetraselmis* sp. pada berbagai intensitas cahaya juga mendapatkan kepadatan sel mikroalga tertinggi adalah pada intensitas cahaya 5.000 luks.

Apabila dibandingkan antara kedua penelitian sebelumnya dengan penelitian ini maka, pada pemberian intensitas cahaya 5.000 luks dapat mempercepat pertumbuhan *Scenedesmus* sp. Sementara dengan pemberian intensitas dibawahnya menyebabkan pertumbuhannya semakin menurun. Hal ini dapat dikatakan bahwa budidaya mikroalga *Scenedesmus* sp. pada skala laboratorium dapat ditingkatkan kuantitasnya menggunakan cahaya dengan intensitas 5.000 luks.

Menurut Kwaroe (2010) intensitas cahaya 5.000 luks diduga memberikan energi kuantum cukup besar terhadap proses pertumbuhan melalui proses fotosintesis yang ada. Hal ini mengakibatkan mikroalga dapat tumbuh optimal, kemudian melakukan pembelahan sel dan dapat memanfaatkan nutrisi atau unsur hara secara efisien serta memiliki kualitas yang baik. Pemberian intensitas cahaya 5.000 luks

memberikan pengaruh yang nyata terhadap waktu pencapaian puncak populasi yang tercepat yaitu pada hari ke-4 sekaligus memberikan kepadatan populasi yang tertinggi dibandingkan dengan perlakuan yang lain. Mikroalga membutuhkan cahaya dengan batas dan kisaran tertentu dalam proses fotosintesis. Pada umumnya intensitas cahaya yang lebih besar lebih efektif bagi proses fotosintesis, namun pada akhirnya, tingkat cahaya yang sangat tinggi justru akan menurunkan laju proses tersebut. Enzim-enzim yang dibutuhkan dalam proses fotosintesis tidak dapat memainkan peranannya sebagai biokatalisator.

Kurva kepadatan sel mikroalga *Scenedesmus* sp. ditampilkan pada (Gambar 4.1). pada (Gambar 4.1) dapat diketahui bahwa kurva kepadatan sel *Scenedesmus* sp. pada berbagai intensitas cahaya yang berbeda yaitu 1.000 luks, 2.000 luks, 3.000 luks, 4.000 luks dan 5.000 luks memiliki puncak kepadatan sel yang bervariasi.



Gambar 4.1. Kurva kepadatan sel *Scenedesmus* sp.

Kurva kepadatan sel *Scenedesmus* sp. selama 10 hari pengamatan menunjukkan bahwa fase lag *Scenedesmus* sp. pada perlakuan 1.000 luks diduga terjadi pada hari ke-0 sampai hari ke-1. Hal ini ditunjukkan dari kepadatan sel pada awal kultivasi sebesar 1.375.000 sel/ml mengalami peningkatan dalam jumlah yang sedikit menjadi 1.458.333 sel/ml pada hari ke-1. Sedangkan pada perlakuan 2.000 luks, 3.000 luks, 4.000 luks dan 5.000 luks fase lag diduga terjadi relatif singkat yaitu kurang dari 24 jam. Hal ini ditunjukkan dari kepadatan sel pada perlakuan 5.000 luks di awal kultivasi hari ke-0 sebesar 1.583.333 sel/ml mengalami peningkatan pertumbuhan yang cukup cepat menjadi 2.041667 sel/ml pada hari ke-1.

Lambatnya laju pertumbuhan *Scenedesmus* sp. pada intensitas cahaya 1.000 luks diduga kuat karena kurangnya intensitas cahaya yang dibutuhkan oleh mikroalga dalam melakukan proses fotosintesis. Pemberian intensitas yang rendah menunjukkan laju pertumbuhan sel *Scenedesmus* sp. menjadi lambat. Menurut Gunawan (2012) intensitas cahaya sangat diperlukan dalam proses fotosintesis karena hal ini berhubungan dengan jumlah energi yang diterima oleh mikroalga untuk melakukan fotosintesis. Proses fotosintesis menghasilkan glukosa yang nantinya akan digunakan sebagai sumber energi untuk pertumbuhan dan perkembangan sel.

Fase eksponensial pada masing-masing perlakuan terjadi pada hari dan kepadatan sel yang berbeda-beda. Pada perlakuan 5.000 luks fase eksponensial berlangsung dari hari ke-0 sampai hari ke-4. Hal ini dapat ditunjukkan dari kepadatan sel *Scenedesmus* sp. pada hari ke-0 sebesar 1.583.333 sel/ml mengalami peningkatan

cukup cepat sampai hari ke-4 dengan kepadatan sel sebesar 10.333.333 sel/ml. Sedangkan fase eksponensial pada perlakuan 1.000 luks diduga berlangsung dari hari ke-2 sampai hari ke-7. Hal ini dapat ditunjukkan dari kepadatan sel *Scenedesmus* sp. pada hari ke-2 sebesar 1.625.000 sel/ml mengalami peningkatan yang relatif lambat sampai hari ke-7 dengan kepadatan sel 3.000.000 sel/ml.

Kepadatan sel tertinggi pada fase eksponensial terdapat pada perlakuan 5.000 luks sedangkan yang terendah ditunjukkan pada perlakuan 1.000 luks. Pada perlakuan 5.000 luks diduga mampu menyediakan energi yang cukup besar bagi mikroalga untuk melakukan proses fotosintesis, mikroalga akan merespon dengan proses reproduksi dan pembelahan sel yang cukup cepat. Sedangkan pada perlakuan 1.000 luks diduga menyediakan sedikit energi bagi mikroalga untuk melakukan proses fotosintesis, sehingga kekurangan energi ini dapat menghambat proses fotosintesis yang menyebabkan lambatnya proses pertumbuhan.

Menurut Facta (2006) perbedaan intensitas cahaya dapat mempengaruhi ragam kepadatan sel mikroalga pada fase eksponensial. Hal ini disebabkan karena energi yang diterima oleh mikroalga berbeda-beda. Cahaya yang tinggi akan menyebabkan laju pertumbuhan sel menjadi meningkat dengan cepat, sedangkan pada cahaya yang rendah akan menyebabkan laju pertumbuhan sel menjadi lambat.

Fase penurunan pertumbuhan ditandai dengan menurunnya kepadatan sel. Penurunan kepadatan sel *Scenedesmus* sp. pada masing-masing perlakuan berbeda-beda. Pada perlakuan 5.000 luks mengalami penurunan jumlah sel pada hari ke-5, 4.000 luks hari ke-6, 3.000 luks hari ke 6, 2.000 luks hari ke-7, 1.000 luks hari ke-8.

Penurunan kepadatan sel *Scenedesmus* sp. diduga karena berkurangnya nutrisi dalam media, sehingga dapat mempengaruhi kemampuan pembelahan sel yang menyebabkan jumlah sel semakin menurun.

Menurut Irianto (2010) penurunan kepadatan sel salah satunya disebabkan karena intensitas cahaya yang dapat ditangkap oleh sel dalam kultur berkurang akibat populasi sel yang semakin padat. Bila cahaya yang ditangkap oleh *Scenedesmus* sp. berkurang maka laju fotosintesis berjalan lambat, sehingga mengakibatkan pertumbuhan sel menjadi lambat. Disamping itu semakin meningkatnya populasi dan pemanfaatan nutrisi oleh mikroalga terus berlanjut namun tidak diiringi dengan penambahan nutrisi, sehingga terjadi persaingan antar mikroalga yang menyebabkan terjadinya penurunan pertumbuhan.

Fase stasioner pada penelitian ini belum bisa teramati dengan jelas hal ini disebabkan pengamatan mikroalga *Scenedesmus* sp. dilakukan 24 jam sekali, hal ini disebabkan perhitungan kepadatan sel pada fase ini tidak teramati. Menurut Prihantini (2007) fase stasioner ditandai dengan pengurangan sumber nutrisi sehingga mikroalga tidak bisa melakukan pertumbuhan namun juga tidak secara langsung mengalami kematian.

Fase kematian pada perlakuan 1.000 luks terjadi pada hari ke-8 kepadatan sel 2.166.667 sel/ml menurun hingga hari ke-10 dengan kepadatan sel 1.541.667 sel/ml. Sedangkan pada perlakuan 5.000 luks fase kematian terjadi pada hari ke-5 kepadatan sel 8.250.000 sel/ml menurun hingga hari ke 10 dengan kepadatan sel 4.041.667

sel/ml. Fase kematian disebabkan nutrisi dalam media berkurang sehingga tidak mencukupi untuk pembelahan sel. Kepadatan sel mengalami penurunan yang menandakan kultur telah memasuki fase kematian. Pada penelitian ini penurunan kepadatan sel terjadi secara signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa kandungan nutrisi dalam media hari ke hari semakin menurun. Penurunan ini dikarenakan menipisnya kandungan nutrisi dalam media kultur karena telah banyak dimanfaatkan pada fase eksponensial.

Fase kematian ditandai oleh kematian sel mikroalga, yang mengakibatkan kepadatan sel semakin menurun (Becker, 1994). Menurut Nugraheny (2001) mengatakan bahwa penurunan kepadatan sel salah satunya dapat disebabkan oleh berkurangnya proses fotosintesis akibat bertambah banyaknya kepadatan sel sehingga hanya bagian permukaan kultur saja yang memperoleh cahaya serta berkurangnya nutrisi sebagai faktor pembatas karena telah banyak dimanfaatkan selama fase eksponensial.

Hasil pengamatan kepadatan sel selama 10 hari menunjukkan respon kepadatan mikroalga *Scenedesmus* sp. terhadap intensitas cahaya bervariasi. Semakin tinggi intensitas cahaya yang diberikan menunjukkan laju pertumbuhan yang semakin cepat. Hal ini dapat diartikan bahwa kisaran intensitas cahaya untuk pertumbuhan mikroalga adalah bergantung besar kecilnya intensitas cahaya yang ditangkap oleh mikroalga. Menurut Facta (2006) mengatakan bahwa intensitas cahaya merupakan faktor utama dan sekaligus faktor pembatas bagi proses fotosintesis mikroalga. Pada saat intensitas cahaya meningkat, maka mikroalga akan merespon dengan proses

reproduksi dan pembelahan sel yang cukup cepat. Pada kondisi yang demikian intensitas cahaya menjadi faktor utama bagi proses reproduksi sel mikroalga.

Menurut Laven and Sorgelos (1996) intensitas cahaya yang tinggi akan menyebabkan laju pertumbuhan sel menjadi meningkat. Proses fotosintesis dapat berjalan dengan lancar hanya dengan energi yang besar. Intensitas cahaya memiliki peranan penting dalam kultur mikroalga karena cahaya digunakan sebagai sumber energi untuk fotosintesis. Namun pemberian intensitas cahaya secara kontinyu dapat mengakibatkan efek yang merugikan bagi proses fotosintesis oleh karena lamanya waktu penyinaran juga harus disesuaikan yaitu 14 jam terang dan 10 jam gelap.

Mekanisme fotosintesis yang terjadi pada mikroalga sama halnya dengan fotosintesis yang terjadi pada tumbuhan tingkat tinggi. Fotosintesis merupakan proses pembentukan glukosa dengan memanfaatkan energi cahaya. Keberadaan karbondioksida dan air juga sangat mendukung terjadinya proses fotosintesis. Glukosa yang dihasilkan dari proses fotosintesis nantinya akan digunakan untuk aktifitas pertumbuhan dan perkembangan sel mikroalga (Salisbury, 1995).

Menurut Campbell (2002) pada proses respirasi seluler, glukosa akan dipecah menjadi piruvat melalui proses glikolisis kemudian didekarboksilasi menghasilkan Asetil KoA yang akan melalui siklus Krebs untuk memproduksi ATP. ATP dapat dipergunakan oleh mikroalga salah satunya untuk pertumbuhan sel.

Pengamatan suhu selama kultivasi *Scenedesmus* sp. antara 25-26°C. *Scenedesmus* sp. memiliki rentang suhu yang cukup besar untuk dapat tumbuh, pada

rentang suhu 25-26°C, *Scenedesmus* sp. dapat tumbuh dengan baik. Menurut penelitian Irianto (2011) *Scenedesmus* sp tumbuh optimal pada kisaran suhu 25-26°C. pada rentan suhu tersebut *Scenedesmus* sp. dapat meningkatkan aktifitas fisiologis (misalnya respirasi) dari organisme sebesar 2-3 kali lipat.

Pengamatan derajat keasaman (pH) pada media kultur *Scenedesmus* sp. setiap harinya mengalami perubahan secara bertahap. Pada awal kultivasi hari ke-0 dan ke-1 media memiliki nilai pH 5 (asam). Pada hari ke-2 dan ke-3 meningkat menjadi 6 (asam), selanjutnya pada hari ke-4 sampai ke-6 yang menunjukkan fase eksponensial nilai pH mengalami peningkatan menjadi 7 (netral). Pada hari ke-8 sampai ke-10 pH menjadi 8 (basa). Peningkatan pH ini terjadi dikarenakan adanya aktifitas fotosintesis *Scenedesmus* sp. dalam keadaan pH netral sangat mendukung kepadatan sel, perubahan pH dapat diduga karena adanya aktifitas fotosintesis yang dapat merubah kelarutan CO₂ dan mineral didalam media pertumbuhan hal inilah yang menyebabkan pH pada media kultur dapat mengalami peningkatan yang signifikan.

Menurut Lavens dan Sorgeloos (1996) perubahan pH pada media kultur terjadi karena aktifitas fotosintesis dari mikroalga. Proses fotosintesis merupakan proses mengambil CO₂ yang terlarut di dalam air, dan berakibat pada penurunan CO₂ terlarut dalam air. Penurunan CO₂ akan meningkatkan pH, dalam keadaan basa ion bikarbonat akan membentuk ion karbonat dan melepaskan ion hidrogen yang bersifat asam sehingga keadaan menjadi netral. Sebaliknya dalam keadaan terlalu asam, ion karbonat akan mengalami hidrolisis menjadi ion bikarbonat dan melepaskan ion hidrogen oksida yang bersifat basa, sehingga keadaan netral kembali.

4.2 Pengaruh Pemberian Intensitas Cahaya yang Berbeda Terhadap Kadar Lipid *Scenedesmus* sp. yang Dibudidayakan Pada Media Limbah Cair Tapioka

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan bahwa ada pengaruh pemberian cahaya yang berbeda terhadap kadar lipid yang dihasilkan oleh *Scenedesmus* sp. hal ini terlihat dari analisis statistik (Tabel 4.3) yang menunjukkan $F_{hitung} = 825,243$ dan $F_{tabel} = 3,48$ pada taraf signifikansi 5%, $F_{hitung} > F_{tabel}$. Analisis Data *One Way Anova* kadar lipid selengkapnya ditampilkan pada lampiran 2.

Tabel 4.3. Ringkasan hasil *One Way Anova* mengenai pengaruh pemberian intensitas cahaya yang berbeda terhadap pertumbuhan *Scenedesmus* sp. yang dibudidayakan pada media limbah cair tapioka.

SK	Db	JK	KT	F_{hitung}	$F_{tabel\ 5\%}$
Perlakuan	4	2338,476	584,619	825,243	3,48
Galat	10	7,084	0,708		
Total	14	2345,560			

Adanya pengaruh pemberian intensitas cahaya yang berbeda terhadap kadar lipid yang dihasilkan oleh mikroalga *Scenedesmus* sp. dikarenakan adanya hubungan peningkatan intensitas cahaya dengan peningkatan laju respirasi. Semakin tinggi intensitas cahaya yang diberikan laju respirasi pada sel mikroalga akan semakin cepat. Menurut Cohen (1999) respirasi menguraikan glukosa untuk menghasilkan energi berupa ATP, apabila terjadi kelebihan energi dalam respirasi khususnya pada proses glikolisis, maka energi tersebut akan diubah menjadi senyawa lipid dan nantinya akan disimpan sebagai cadangan energi.

Pada perlakuan pemberian intensitas cahaya yang berbeda menunjukkan perbedaan kadar lipid yang dihasilkan oleh *Scenedesmus* sp. Perbedaan produksi lipid tersebut diduga kuat ada kaitanya dengan intensitas cahaya yang diberikan. Apabila semakin besar intensitas cahaya yang diberikan maka kadar lipid yang dihasilkan juga akan semakin meningkat. Pada umumnya intensitas cahaya yang lebih besar lebih efektif dalam meningkatkan biomassa mikroalga, hal ini dikarenakan mikroalga akan cenderung membentuk lipid sebagai cadangan makanan dari pada karbohidrat.

Menurut Becker (1994) lipid mikroalga termasuk kelompok senyawa yang kaya akan karbon dan hidrogen. Lipid berfungsi sebagai sumber energi dan lapisan pelindung organel-organel sel. Beberapa jenis lipid berfungsi sebagai signal kimia dan pigmen. Produksi lipid didalam sel mikroalga berhubungan dengan intensitas cahaya dan ketersediaan nutrisi. Aktivitas fotosintesis yang semakin cepat akan meningkatkan pertumbuhan sel, namun disisi lain semakin meningkatnya pertumbuhan sel dapat menurunkan kandungan nutrisi yang ada di dalam media. Pada kondisi seperti ini mikroalga akan cenderung membentuk lipid sebagai cadangan makanan dari pada karbohidrat. Hal ini disebabkan karena mikroalga lebih banyak menggunakan atom karbon untuk membentuk lipid daripada karbohidrat, sebagai akibat meningkatnya aktifitas asetil koA karboksilase. Kimball (1996) berpendapat bahwa ada hubungan metabolisme antara karbohidrat, protein dan lemak yaitu kompetisi asetil koA, yang merupakan prekursor pada beragam jalur biosintesis seperti lipid, protein, dan karbohidrat.

Intensitas cahaya paling efektif meningkatkan kadar lipid dapat diketahui dengan dilakukan uji lanjut BNT 5%. Berdasarkan hasil uji BNT 5% dari rata-rata kadar lipid yang dihasilkan oleh mikroalga *Scenedesmus* sp. didapatkan notasi BNT pada (Tabel 4.4). Data selengkapnya ditampilkan pada lampiran 4.

Tabel 4.4 Hasil uji BNT 5% pengaruh pemberian cahaya yang berbeda terhadap kadar lipid *Scenedesmus* sp. yang dibudidayakan pada limbah cair tapioka

Intensitas cahaya	Kadar lipid (%)	Notasi
1.000 Luks	1.141	a
2.000 Luks	25.778	b
3.000 Luks	29.796	c
4.000 Luks	34.235	d
5.000 Luks	35.077	d

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama berarti tidak berbeda nyata dari nilai BNT 5% (1,531).

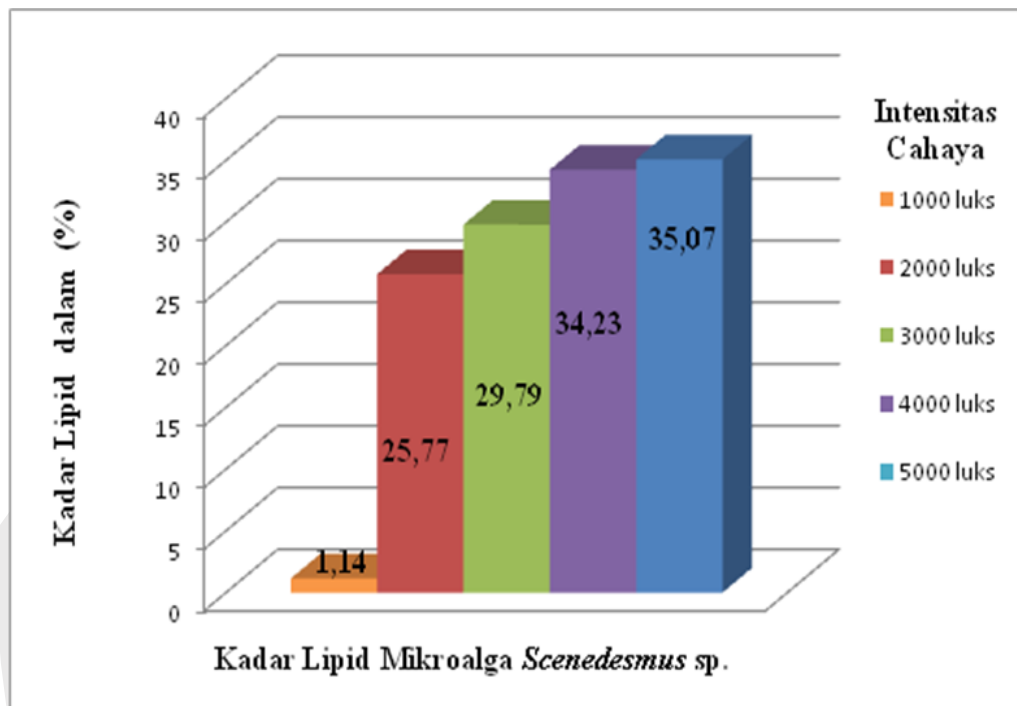
Ringkasan hasil (Tabel 4.4) menunjukkan bahwa pada perlakuan pemberian intensitas cahaya 4.000 luks memiliki nilai rata-rata persentase kadar lipid lebih tinggi atau berbeda nyata dengan perlakuan 1.000 luks, 2.000 luks dan 3.000 luks, akan tetapi tidak lebih tinggi atau tidak berbeda nyata dengan perlakuan 5.000 luks. Hal ini menunjukkan bahwasanya perlakuan yang paling efektif untuk meningkatkan kadar lipid *Scenedesmus* sp. adalah pada perlakuan 4.000 luks.

Pada prinsipnya semakin tinggi intensitas cahaya dalam batas kisaran tertentu, akan semakin meningkat pula produktivitas lipid dalam sel mikroalga. Hal ini diduga ada kaitannya dengan proses biosintesis lipid seperti yang terjadi dalam sel

Scenedesmus sp. Aktivitas enzim Asetil KoA karboksilase sangat menentukan dalam proses biosintesis lipid pada sel mikroalga. Biosintesis lipid pada mikroalga membutuhkan Asetil KoA sebagai titik awal pembentukan lipid pada sel mikroalga (Edward, 2010).

Alur Asetil KoA karboksilase dan beberapa enzim dalam biosintesis lipid digunakan sebagai target dalam peningkatan produksi lipid. Peningkatan intensitas cahaya dalam media pemeliharaan kultur mikroalga akan meningkatkan aktivitas kerja dari enzim Asetil KoA karboksilase yang merupakan prekursor bagi pembentukan lipid pada mikroalga. Namun, masih perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang faktor-faktor lingkungan yang lain seperti suhu, oksigen dan karbondioksida yang mempengaruhi mekanisme kerja enzim Asetil KoA karboksilase dalam sel mikroalga (Widianingsih, 2011).

Berdasarkan hasil uji kadar lipid dengan metode *Soxhlet* dapat diketahui bahwa rata-rata kadar lipid yang diperoleh menunjukkan perbedaan yang nyata. Kadar lipid tertinggi terdapat pada perlakuan pemberian intensitas cahaya 5.000 luks sebesar 35,07%. Pada perlakuan 4.000 luks didapatkan kadar lipid 34,23%. Perlakuan pemberian intensitas cahaya 3.000 luks didapatkan kadar lipid sebesar 29,80%. Pada perlakuan pemberian intensitas cahaya 2.000 luks didapatkan kadar lipid sebesar 25,80%. Pada perlakuan pemberian intensitas cahaya 1.000 luks memiliki kadar lipid terendah sebesar 1,14%. Hasil rata-rata kadar lipid dari berbagai perlakuan pemberian intensitas cahaya yang berbeda lebih jelasnya dapat dilihat dalam grafik kadar lipid (%) mikroalga *Scenedesmus* sp. pada (Gambar 4.2).



Gambar 4.2. Grafik kadar lipid (%) yang dihasilkan oleh mikroalga *Scenedesmus* sp. pada berbagai intensitas cahaya.

Pada (Gambar 4.2) menunjukkan grafik kadar lipid *Scenedesmus* sp. dari berbagai intensitas cahaya menunjukkan perbedaan yang sangat nyata, perbedaan ini salah satunya dapat dipengaruhi oleh kandungan biomassa *Scenedesmus* sp. Pada pemberian intensitas cahaya yang berbeda didapatkan biomassa yang bervariasi. Pada penelitian ini biomassa tertinggi terdapat pada intensitas cahaya 5.000 luks dengan rata-rata biomassa kering 2,5 gr sedangkan biomassa terendah terdapat pada intensitas cahaya 1.000 luks dengan rata-rata biomassa kering 0,8 gr. Biomassa mikroalga

secara nyata sangat mempengaruhi kandungan lipid pada setiap pemberian intensitas cahaya yang berbeda.

Penelitian Sappewali (2009), melakukan kultur mikroalga *Tetraselmis chuii* pada intensitas cahaya yang bervariasi, dalam penelitiannya melaporkan bahwa seiring peningkatan intensitas cahaya yang diberikan menunjukkan pertumbuhan jumlah sel *Tetraselmis chuii* menjadi semakin cepat dan menunjukkan peningkatan biomasa serta kandungan lipid. Hal ini juga didukung oleh penelitian sesudahnya yaitu dalam penelitian Hadiyanto (2010) melaporkan bahwa biomassa mikroalga sejalan dengan pertumbuhan selnya, apabila pertumbuhan selnya meningkat maka biomassa yang dihasilkan juga akan semakin tinggi dan jika pertumbuhan mikroalga menurun produktivitas lipid maka akan semakin rendah. Hal ini disebabkan karena mikroalga menggunakan cahaya untuk memetabolisme CO_2 menjadi biomassa CH_2O .

Hasil analisa kadar lipid *Scenedesmus* sp. menunjukkan bahwa pemberian intensitas cahaya yang berbeda mempengaruhi kadar lipid yang dihasilkan oleh *Scenedesmus* sp. Pada pemberian intensitas cahaya yang tinggi lipid yang dihasilkan juga tinggi, namun sebaliknya pada pemberian intensitas cahaya rendah, kadar lipid yang dihasilkan juga rendah. Berdasarkan pembahasan diatas, diketahui bahwa pada intensitas cahaya 5.000 luks dapat memacu pertumbuhan *Scenedesmus* sp. secara optimal sekaligus menghasilkan kadar lipid yang optimal pula. Pada intensitas cahaya yang tinggi mikroalga memiliki laju pertumbuhan dan kadar lipid yang tinggi pula, hal ini menunjukkan bahwa pertumbuhan mikroalga berhubungan dengan kadar lipid yang dihasilkan.

4.3 Pemanfaatan Cahaya dalam Perspektif Islam

Pemanfaatan cahaya untuk berbagai macam aktifitas kehidupan di alam semesta ini, sesungguhnya telah tersirat dalam Al-Qur'an surat An-Nur ayat 16:

اللَّهُ نُورُ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ مِثْلُ نُورِهِ كَمِشْكَاةٍ فِيهَا مِصْبَاحٌ الْمِصْبَاحُ فِي زُجَاجَةٍ
 الزُّجَاجَةُ كَأَنَّهَا كَوْكَبٌ دُرِّيٌّ يُوقَدُ مِنْ شَجَرَةٍ مُبْرَكَةٍ زَيْتُونَةٍ لَا شَرْقِيَّةٍ وَلَا غَرْبِيَّةٍ
 يَكَادُ زَيْتُهَا يُضِيءُ وَلَوْ لَمْ تَمْسَسْهُ نَارٌ نُورٌ عَلَى نُورٍ يَهْدِي اللَّهُ لِنُورِهِ مَنْ يَشَاءُ
 وَيَضْرِبُ اللَّهُ الْأَمْثَلَ لِلنَّاسِ وَاللَّهُ بِكُلِّ شَيْءٍ عَلِيمٌ

Artinya: Allah (Pemberi) cahaya (kepada) langit dan bumi. perumpamaan cahaya Allah, adalah seperti sebuah lubang yang tak tembus, yang di dalamnya ada pelita besar. pelita itu di dalam kaca (dan) kaca itu seakan-akan bintang (yang bercahaya) seperti mutiara, yang dinyalakan dengan minyak dari pohon yang berkahnya, (yaitu) pohon zaitun yang tumbuh tidak di sebelah timur (sesuatu) dan tidak pula di sebelah barat(nya), yang minyaknya (saja) Hampir-hampir menerangi, walaupun tidak disentuh api. cahaya di atas cahaya (berlapis-lapis), Allah membimbing kepada cahaya-Nya siapa yang Dia kehendaki, dan Allah memperbuat perumpamaan-perumpamaan bagi manusia, dan Allah Maha mengetahui segala sesuatu (Qs. An-Nur: 5).

Pada ayat tersebut kata (*nur*) mengisyaratkan bahwa Allah adalah sumber segala cahaya di langit dan di bumi. Dialah yang menerangi keduanya dengan cahaya yang bersifat maknawi seperti cahaya kebenaran, keadilan, pengetahuan, keutamaan, petunjuk dan keimanan. Cahayanya juga ada yang bersifat yang bersifat materil yang dapat kita lihat dan berjalan di bawah cahayanya (Abdullah, 2007). Cahaya dimanfaatkan oleh makhluk hidup untuk banyak hal, bagi manusia cahaya dimanfaatkan untuk melihat benda-benda yang terkena pantulan cahaya tersebut.

Bagi mikroorganisme yang berklorofil seperti halnya mikroalga cahaya dimanfaatkan sebagai sumber energi utama untuk melakukan aktifitas fotosintesis.

Hasil penelitian membuktikan bahwa pemberian intensitas cahaya yang berbeda berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan dan kadar lipid yang dihasilkan oleh mikroalga *Scenedesmus* sp. Pada penelitian ini semakin tinggi intensitas cahaya yang diberikan akan semakin baik pula respon *Scenedesmus* sp. dalam memacu pertumbuhan dan memproduksi lipid. Hal ini terjadi karena intensitas cahaya menyediakan sumber energi utama untuk kelangsungan hidup *Scenedesmus* sp.

Energi dari cahaya dimanfaatkan oleh *Scenedesmus* sp. untuk proses fotosintesis, proses fotosintesis mengubah energi cahaya menjadi energi kimia berupa senyawa organik seperti glukosa. Glukosa ini nantinya akan digunakan untuk proses respirasi yaitu proses pembongkaran energi untuk memperoleh energi kimia yang lebih sederhana yaitu ATP (Adenosin Trifosfat). ATP adalah sumber energi yang digunakan untuk seluruh aktifitas sel baik digunakan untuk pertumbuhan dan perkembangan sel *Scenedesmus* sp.

Fotoperiodesitas (lamanya cahaya bersinar atau gelap terangnya cahaya) juga memegang peranan penting dalam pertumbuhan mikroalga, karena pemberian intensitas cahaya secara kontinyu dapat mengakibatkan efek yang merugikan bagi proses fotosintesis seperti dapat merusak sel-sel yang mengandung pigmen fotosintesis akibat kelebihan dalam menyerap cahaya. Gelap dan terangnya cahaya sesungguhnya juga telah dijelaskan dalam Al-Qur'an surat Al-An'am Ayat 1:

الْحَمْدُ لِلَّهِ الَّذِي خَلَقَ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضَ وَجَعَلَ الظُّلُمَاتِ وَالنُّورَ ثُمَّ الَّذِينَ كَفَرُوا
بِرَبِّهِمْ يَعْدِلُونَ ﴿١﴾

Artinya “Segala puji bagi Allah yang telah menciptakan langit dan bumi dan Mengadakan gelap dan terang, Namun orang-orang yang kafir mempersekutukan (sesuatu) dengan Tuhan mereka” (Qs. Al-An’am: 1).

Menurut Al-Jazairi dalam Tafsir Al-Aisar (2007) ayat diatas mengingatkan kepada manusia bahwa pada alam dan isinya terdapat bukti-bukti kebesaran Allah, keperkasaan dan keesaan Sang Pencipta, serta bukti bahwa tidak ada yang menyertainya dalam penciptaan alam dan keberhakan disembah dan mengarahkan pandangan kepada keajaiban-keajaiban ciptaan Allah dan menerangkan bagaimana Allah menumbuhkan zat hidup yang hijau segar dari sesuatu yang kering dan padat. Pujian dan penghormatan bagi Allah yang menciptakan langit, bumi, kegelapan dan cahaya demi kemaslahatan manusia dengan kekuasaan dan kebijaksanaannya. Namun, dengan nikmat yang besar seperti itu, ternyata orang-orang kafir tetap menyekutukan Allah dalam beribadah.

Menurut perspektif islam semua fenomena ataupun kejadian-kejadian yang ada di bumi dan di langit masing-masing memiliki manfaat. Kejadian di bumi sering dikaitkan dengan aspek kehidupan seperti tanah, laut, manusia dan tumbuhan, sedangkan kejadian di langit sering dikaitkan pada matahari, bulan, bintang, cahaya dan sebagainya. Seperti halnya fenomena cahaya yang memiliki banyak manfaat untuk kehidupan baik tumbuhan maupun manusia. Bagi orang yang berakal mereka akan berusaha mengkaji dan diimbangi dengan kesungguhan hati untuk selalu

mendekatkan diri kepada Allah, dengan mendekatkan diri pada Allah di setiap aspek kehidupan maka aktifitasnya itu digolongkan menjadi ibadah. Allah SWT berfirman dalam Surat Ali Imran ayat 190 sebagai berikut:

إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ وَآخْتِلَافِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ لَآيَاتٍ لِّأُولِي الْأَلْبَابِ ﴿١٩٠﴾

Artinya “Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi, dan silih bergantinya malam dan siang terdapat tanda-tanda bagi orang-orang yang berakal, (Qs. Ali Imran ayat: 190).

Ayat di atas menjelaskan bahwa segala apapun yang ada di bumi dan di langit adalah diciptakan untuk manusia. Manusia tidak dibenarkan apabila manusia yang berakal memanfaatkan apapun yang berada dalam keduanya tanpa memikirkan dan berusaha untuk meningkatkan ilmu pada ciptaannya sehingga dapat memberikan suatu ilmu pengetahuan. Bentuk perenungan dan pemikiran ciptaan Allah SWT terkandung dalam Kriteria Ulul-Albab.

Menurut Shihab dalam Tafsir Al-Misbah (2002) menjelaskan bahwa yang dimaksud ulul-Albab yaitu mereka yang selalu merenungkan keagungan dan kebesaran Allah dalam hati di mana pun mereka berada, dalam keadaan duduk, berdiri dan berbaring. Mereka selalu merenungkan penciptaan langit dan bumi, dan keunikan yang terkandung di dalamnya sambil berkata, "Tuhanku, tidak Engkau ciptakan jagat ini tanpa ada hikmah yang telah Engkau tentukan di balik itu.