

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pengaruh Perbedaan Konsentrasi Limbah Cair Tahu Terhadap Kelimpahan Mikroalga *Chlorella* sp.

Berdasarkan hasil penelitian tentang pengaruh konsentrasi limbah cair tahu terhadap pertumbuhan *Chlorella* sp. diperoleh hasil yang menunjukkan bahwa $F_{hitung} = 342.013$ dan $F_{tabel} = 3,48$ pada taraf signifikansi 5%, $F_{hitung} > F_{tabel}$. Hal ini menandakan bahwa terdapat perbedaan yang nyata tentang pengaruh pemberian konsentrasi limbah cair tahu terhadap pertumbuhan *Chlorella* sp. (Tabel 4.1)

Tabel 4.1. Ringkasan hasil *One Way Anava* mengenai Pengaruh Perbedaan Konsentrasi Limbah Cair Tahu Terhadap kelimpahan *Chlorella* sp.

Sk	db	JK	KT	F hit	F 5%
Perlakuan	4	47.441.857.438.016	11.860.464.359.504	342.013*	3.48
Galat	10	346.783.476.556	34.678.374.655		
Total	14	83.152.589.910.332			

Keterangan: *= Berbeda nyata

Untuk mengetahui perlakuan konsentrasi limbah cair tahu yang paling berpengaruh terhadap pertumbuhan *Chlorella* sp maka dilakukan uji lanjut menggunakan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) 0,05. Berdasarkan hasil BNT 0,05

dari rata-rata kepadatan *Chlorella* sp. maka didapatkan notasi BNT yang disajikan pada tabel 4.2.

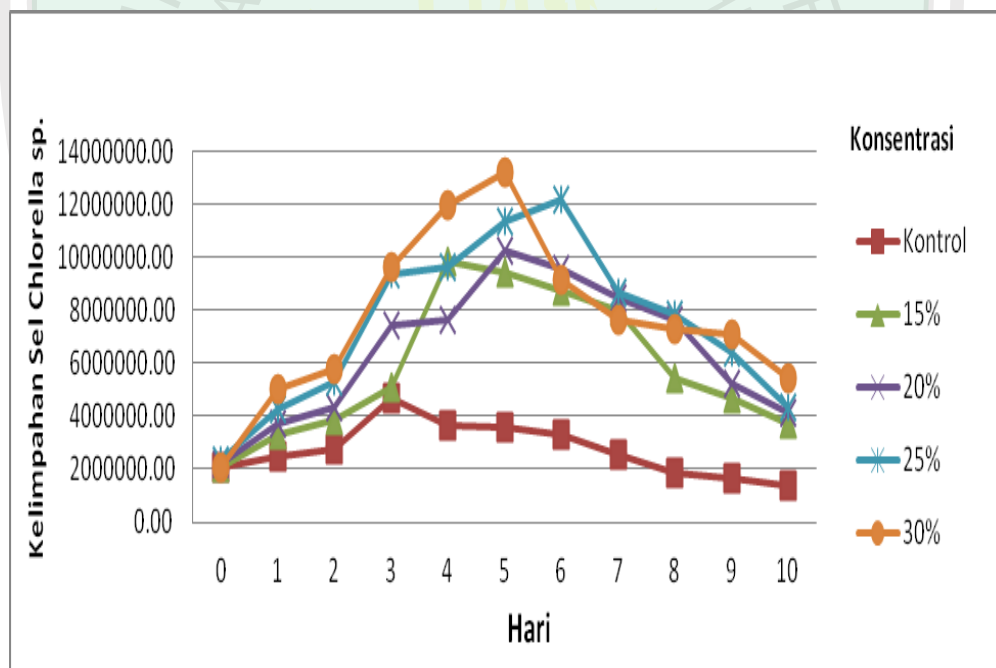
Tabel 4.2. Ringkasan BNT 0,05 tentang pengaruh konsentrasi limbah cair tahu terhadap kepadatan *Chlorella* sp.

Perlakuan	Rata-rata	Notasi BNT 0.05
Kontrol	2.723.484	a
15%	5.818.181	b
20%	6.425.000	c
25%	7.431.818	d
30%	7.678.030	d

Dari tabel 4.2 diketahui bahwa pertumbuhan *Chlorella* sp ada perbedaan antara konsentrasi limbah cair tahu 25% dengan perlakuan kontrol (media tanpa limbah). Sedangkan pada konsentrasi limbah cair tahu 25% dan 30% menunjukkan pengaruh yang sama atau tidak berbeda. Pertumbuhan tertinggi dihasilkan pada konsentrasi limbah cair tahu 25% sedangkan kepadatan tertinggi dihasilkan oleh konsentrasi limbah cair tahu 30% karena pada konsentrasi limbah cair tahu 30% mempunyai nutrisi yang lebih banyak yang bisa dimanfaatkan oleh *Chlorella*. Nutrisi yang dapat dimanfaatkan oleh *Chlorella* sp. diantaranya N, P, K dan lain-lain. Kandungan nutrisi media limbah cair tahu seperti N sebanyak 13.607%, P sebanyak 0.197% dan K sebanyak 3.224%. Menurut Chalid (2010) menyatakan bahwa limbah cair tahu merupakan kebutuhan utama bagi mikroalga

dikarenakan kandungan limbah cair tahu tersebut sebagai *nutrient* organik yang bisa dimanfaatkan oleh mikroalga.

Kepadatan sel pada media perlakuan kontrol menunjukkan perlakuan yang terendah dan kepadatan sel cenderung tetap. Hal ini berbeda dengan perlakuan lain yang jumlah kepadatan sel cenderung meningkat. Hal tersebut dapat diduga karena pengaruh nutrisi, serta kualitas air pada media kultur, sehingga mempengaruhi pertumbuhan *Chlorella* sp. pada media tumbuh.



4.1. Kurva Kelimpahan *Chlorella* sp. pada Konsentrasi Media Limbah Cair Tahu

Fase lag pada penelitian ini kemungkinan terjadi sangat singkat yaitu sebelum 24 jam (pengamatan hari ke-1), hal ini dikarenakan kepadatan sel *Chlorella* sp. terus mengalami peningkatan. Pada fase ini *Chlorella* sp. sudah dapat beradaptasi dengan baik pada konsentrasi limbah cair tahu yang sudah diberikan. Kemampuan adaptasi mikroalga dipengaruhi oleh senyawa atau bahan organik dan anorganik dalam media yang akan menjadi sumber nutrisi dan dapat juga menjadi nutrisi pembatas bagi pertumbuhan *Chlorella* sp., jika salah satu nutrisi tidak tersedia dalam limbah atau jumlahnya terlalu besar maka proses reduksi senyawa organik dan pertumbuhan mikroalga tersebut akan terhambat

Menurut Prihantini (2005) salah satu faktor yang menentukan lamanya fase adaptasi adalah umur kultur yang digunakan sebagai inokulum. Fase adaptasi akan menjadi lebih singkat atau bahkan tidak terlihat apabila sel-sel yang diinokulasikan berasal dari kultur yang berada dalam fase eksponensial. Fase adaptasi tidak terlihat secara jelas pada semua media perlakuan kemungkinan juga disebabkan sel-sel yang diinokulasikan cepat beradaptasi terhadap media kultur yang baru, mampu tumbuh dan membelah dengan cepat.

Faktor lain yang mempengaruhi pertumbuhan mikroalga adalah cahaya, suhu dan pH. Jika faktor di atas tidak sesuai dengan kebutuhan maka *Chlorella* sp. tersebut akan mati. Oleh karena itu, untuk mendukung pertumbuhan *Chlorella* sp. dalam media limbah cair tahu adalah kondisi lingkungan (suhu, pH, dan cahaya) harus diatur dan sumber nutrient harus tersedia dalam jumlah yang cukup untuk pertumbuhan *Chlorella* sp. Menurut Isnansetyo dan Kurniastuty (1995) Pertumbuhan mikroalga sangat erat kaitannya dengan ketersediaan hara makro

dan mikro serta dipengaruhi oleh kondisi lingkungan. Faktor-faktor lingkungan yang berpengaruh terhadap pertumbuhan mikroalga, antara lain cahaya, suhu, pH dan air.

Pada fase eksponensial diawali dengan pembelahan sel dan ditandai dengan naiknya laju pertumbuhan sehingga kepadatan populasi meningkat (Kawaroe, 2010). Pada penelitian ini waktu dan kepadatan sel fase eksponensial dari berbagai konsentrasi berbeda-beda. Pada konsentrasi limbah cair tahu 25% dengan nilai 12.208.333 sel/ml pada hari ke-5 sedangkan pada fase eksponensial terendah terjadi pada konsentrasi limbah cair tahu 0% dengan nilai rata-rata 4.666.666 sel/ml pada hari ke-4. Pada konsentrasi limbah cair tahu 0% (tanpa limbah) memiliki nutrisi rendah yang nantinya akan memacu pertumbuhan *Chlorella* sp. sehingga pada konsentrasi limbah cair tahu 0% memiliki kadar nutrisi yang rendah dan pertumbuhan yang lambat dibandingkan dengan konsentrasi yang lainnya.

Salah satu alasan konsentrasi limbah cair tahu 25% memiliki pertumbuhan yang bagus dibandingkan dengan konsentrasi lainnya, adalah karena limbah cair tahu mengandung mineral-mineral anorganik dalam bentuk ion yang lebih mudah diserap oleh sel *Chlorella* sp. dan sel *Chlorella* sp. juga lebih mudah memanfaatkan mineral-mineral anorganik tersebut bagi pertumbuhannya.

Menurut Lee (2008) mikroalga yang kekurangan nitrogen (0 ppm), selain kepadatan selnya rendah juga memiliki warna yang kurang hijau dibandingkan dengan mikroalga dengan konsentrasi nitrogen lainnya. Hal ini mungkin

disebabkan karena sel mengakumulasi dalam jumlah besar molekul-molekul klorofil ketika sumber nitrogen masih tersedia melimpah, kemudian ketika sumber nitrogen ekstraselular habis, sel akan mulai menggunakan klorofil sebagai sumber nitrogen intraselular yang berakibat klorofil yang ada di dalam sel akan berkurang.

Kemampuan mikroalga untuk tumbuh dalam media limbah cair tahu dipengaruhi oleh konsentrasi nutrient, jika nutrient yang dibutuhkan untuk pertumbuhan mikroalga tidak terpenuhi atau jika jumlahnya berlebihan dalam limbah, maka akan mengakibatkan pertumbuhan mikroalga menjadi terhambat bahkan menjadi bahan toksik atau mematikan mikroalga. Hal ini perlu diperhatikan dalam pengolahan limbah dengan menggunakan mikroalga *Chlorella* sp. sehingga kemampuan mengurai bahan polutan dalam limbah dapat diketahui (Handajani, 2006).

Fase berikutnya adalah fase penurunan pertumbuhan yang ditandai dengan menurunnya jumlah sel. Penurunan kepadatan sel *Chlorella* pada masing-masing konsentrasi berbeda-beda. Pada konsentrasi limbah cair tahu 0% mengalami penurunan jumlah sel pada hari ke-4, konsentrasi limbah cair tahu 15% pada hari ke-5, konsentrasi limbah cair tahu 20% dan konsentrasi limbah cair tahu 30% pada hari-6 dan pada konsentrasi limbah cair tahu 25% pada hari-7. Kepadatan sel mulai menurun dikarenakan nutrisi yang ada pada limbah tersebut sudah mulai berkurang seiring dengan waktu kultur dan laju kematian lebih tinggi dari laju pertumbuhan (fase kematian).

Menurut Prabowo (2005) awal kultur kandungan nutrisi masih tinggi sehingga dapat dimanfaatkan oleh populasi mikroalga dengan baik untuk reproduksi dan pertumbuhan yang ditandai dengan peningkatan jumlah sel. Jumlah populasi meningkat namun tidak ada penambahan nutrisi, sedangkan pemanfaatan nutrisi oleh alga terus berlanjut sehingga terjadi persaingan antara alga yang menyebabkan terjadinya penurunan pertumbuhan.

Pada fase stasioner ditandai dengan rendahnya tingkat nutrisi dalam sel mikroalga, sehingga akan berpengaruh pada laju reproduksi dan laju kematian. Peningkatan jumlah sel tidak lagi terjadi atau tetap sama dengan sebelumnya (Kawaroe, 2010). Pada penelitian ini fase stasioner belum bisa teramati dengan jelas hal ini dikarenakan perhitungan mikroalga *Chlorella* sp. dilakukan 24 jam sekali, hal ini menyebabkan perhitungan kepadatan sel pada fase stasioner tidak teramati.

Pada fase kematian terendah pada konsentrasi limbah cair tahu 0% terjadi pada hari ke-4 dengan rata-rata 3.625.000 sel/ml menurun hingga hari ke-10 sebesar 1.375.000 sel/ml sedangkan pada konsentrasi limbah cair tahu 25% terjadi pada hari ke-7 dengan rata-rata 8.666.666 sel/ml menurun hingga hari ke 10. Fase kematian disebabkan nutrisi dalam media sudah sangat berkurang sehingga tidak mencukupi pembelahan sel dan kepadatan sel mengalami penurunan yang menandakan kultur telah memasuki fase kematian. Pada penelitian penurunan kerapatan sel terjadi secara signifikan. Hal tersebut menunjukkan bahwa kandungan nutrisi dalam media masih mendukung sel untuk bertahan hidup. Penurunan ini dikarenakan menipisnya kandungan nutrisi dalam media kultur dan

ketatnya kompetisi dengan *Chlorella* sp. yang makin bertambah. Ketersediaan nutrisi yang terlalu sedikit akan mengakibatkan pertumbuhan lambat dan melemahkan kondisi sel sehingga jumlah kepadatan sel menurun.

Menurut Becker (1994) fase kematian terjadi ketika sel mikroalga mulai mati, ditandai dengan menurunnya kelimpahan sel. Kematian sel mikroalga dapat terjadi karena adanya perubahan kualitas air kearah yang buruk, kondisi lingkungan tidak lagi menguntungkan, umur kultivasi yang terlalu lama dan terjadi penurunan kandungan nutrisi dalam media kultivasi dan keterbatasan cahaya atau dapat disebabkan oleh tumbuhnya mikroorganisme lain

Menurut Widianingsih (2011) klorofil mengandung nitrogen dan magnesium, bila persediaan unsur-unsur tersebut terbatas, klorofil mungkin tidak terbentuk. Berkurangnya klorofil mengakibatkan organisme yang berfotosintesis seperti mikroalga kesulitan melakukan fotosintesis sehingga pertumbuhannya terganggu. Pada taraf konsentrasi nitrogen 0% (kontrol). Mikroalga masih dapat tumbuh karena pada air aquades masih mampu dibuat media pertumbuhan *Chlorella* dengan bantuan intensitas cahaya dan juga faktor lain mekipun pertumbuhannya tidak optimal.

Rerata kepadatan sel meningkat selama 10 hari pengamatan. Peningkatan rerata kerapatan sel tersebut menandakan bahwa sel-sel *Chlorella* sp. dapat beradaptasi dan tumbuh dalam limbah cair tahu (kurva 4.1). Hal tersebut menandakan nutrisi dalam limbah cair tahu dapat diserap dan dimanfaatkan oleh sel *Chlorella* sp. untuk pertumbuhannya. Menurut Prihantini (2007) media kultur mikroalga mengandung nutrien organik seperti karbohidrat, protein, dan lemak

yang dibutuhkan sebagai sumber nutrisi. Karbohidrat, protein, dan lemak bila diuraikan menjadi monomer-monomer penyusunnya, pada proses respirasi, glukosa akan dipecah menjadi piruvat melalui proses glikolisis kemudian didekarboksilasi menghasilkan Asetil KoA. Selanjutnya, asetil KoA masuk ke dalam siklus Krebs, dilanjutkan dengan rantai transpor elektron yang akan menghasilkan ATP. Energi yang terkandung dalam ATP tersebut digunakan untuk pertumbuhan dan pembelahan mikroalga.

Menurut Nurhasan dan Pramudyanto (1991) bahan-bahan organik terkandung di dalam limbah cair tahu pada umumnya sangat tinggi. Senyawa-senyawa organik didalam air buangan tersebut dapat berupa protein, karbohidrat lemak, dan minyak besar. Sedangkan menurut Sugiharto (1994) Di antara senyawa-senyawa tersebut, protein mencapai 40-60%, karbohidrat 25-50% dan lemak 10%. Dari kandungan-kandungan tersebut *Chlorella* sp. mampu menyerap kandungan limbah cair tahu sebagai nutrisi pertumbuhannya.

Cahaya yang digunakan pada penelitian ini 5000 lux dengan menggunakan Fotoperiodisitas 14 jam terang 10 jam gelap karena intensitas cahaya memiliki peranan penting bagi mikroalga karena cahaya digunakan sebagai sumber fotosintesis bagi mikroalga. Menurut Gunawan (2012) intensitas cahaya sangat diperlukan dalam proses fotosintesis karena cahaya sangat berhubungan dengan jumlah energi yang diterima oleh mikroalga untuk melakukan fotosintesis. Proses fotosintesis menghasilkan glukosa yang nantinya akan digunakan sebagai sumber energi untuk pembelahan dan pertumbuhan sel. Menurut Wijihastuti (2011) apabila pemberian cahaya secara terus menerus akan mengakibatkan efek

merugikan bagi proses fotosintesis maka dari itu penyinaran juga harus disesuaikan yaitu 14 jam terang dan 10 jam gelap.

Suhu selama kultivasi *Chlorella* sp. berkisar antara 25-26°C. pada suhu 25-26°C merupakan suhu yang cukup besar untuk dapat tumbuh, pada suhu tersebut *Chlorella* sp. dapat tumbuh dengan baik. Menurut Prabowo (2009) Kisaran suhu 25–30°C merupakan suhu yang optimal untuk pertumbuhan dan dapat meningkatkan aktivitas biologisnya dari organisme sebesar 2-3 kali lipatnya.

Media kultur setiap harinya *Chlorella* sp. memiliki derajat keasaman (pH) yang berbeda-beda setiap harinya. Pada awal kultivasi media *Chlorella* sp. memiliki pH 5 (asam). Pada hari ke-2 dan meningkat menjadi 6 dan pada hari ke-3 juga menjadi 6 (asam). Pada hari ke-4 sampai ke-6 yang menunjukkan fase eksponensial dan nilai pH mengalami peningkatan menjadi netral yaitu 7. Pada hari ke-7 sampai ke-10 pH berubah menjadi 8 (basa). Menurut Prabowo (2009) peningkatan pH terjadi karena adanya aktifitas fotosintesis. Dalam keadaan pH netral sangat mendukung kelimpahan sel, perubahan pH diduga karena adanya aktifitas fotosintesis yang dapat merubah kelarutan CO₂ dan mineral didalam media pertumbuhan, hal ini yang menyebabkan pH mengalami peningkatan yang signifikan .

Menurut Prihantini (2005) Kelimpahan sel *Chlorella* tertinggi yang dicapai pada media perlakuan pH awal 7 karena nilai pH tersebut sangat mendukung pertumbuhan *Chlorella* sp. Pada lingkungan netral, CO₂ berada dalam bentuk bebas sehingga dapat berdifusi dengan mudah ke dalam sel mikroalga. Hal tersebut menyebabkan CO₂ sebagai sumber karbon utama bagi proses fotosintesis

mikroalga cukup tersedia sehingga proses metabolisme dapat berlangsung cepat dan kerapatan sel meningkat.

Rerata kerapatan sel terendah terjadi pada media perlakuan pH awal 5. Hal tersebut kemungkinan disebabkan pH awal yang asam menyebabkan terganggunya proses metabolisme sel. Pada awal inokulasi, kondisi media yang asam menyebabkan kemampuan sel menyerap nutrisi tidak optimal sehingga mempengaruhi proses pertumbuhan sel selanjutnya.

4.2 Pengaruh Konsentrasi Limbah Cair Tahu Terhadap Kadar Lipid *Chlorella* sp.

Berdasarkan hasil penelitian tentang pengaruh konsentrasi limbah cair tahu terhadap pertumbuhan *Chlorella* sp. diperoleh hasil yang menunjukkan bahwa $F_{hitung} = 73.00886$ dan $F_{tabel} = 3,48$ pada taraf signifikansi 5%, $F_{hitung} > F_{tabel}$. Hal ini menandakan bahwa terdapat perbedaan yang nyata tentang pengaruh pemberian konsentrasi limbah cair tahu terhadap pertumbuhan *Chlorella* sp. (Tabel 4.1)

Tabel 4.3. Ringkasan *Anova One Way* Pengaruh Perbedaan Konsentrasi Limbah Cair tahu Terhadap Kadar Lipid yang dihasilkan Oleh *Chlorella* sp.

Sk	Db	JK	KT	F hit	F 5%
Perlakuan	4	290.772	72.693	73.00886*	3.48
Galat	10	9.957	0.996		
Total	14	300.728			

Keterangan: *= Berbeda nyata

Adanya pengaruh pemberian konsentrasi limbah cair tahu terhadap kadar lipid yang dihasilkan oleh mikroalga *Chlorella* sp. dikarenakan adanya hubungan peningkatan konsentrasi dengan peningkatan laju respirasi. Menurut Widianingsih (2011) jika semakin tinggi konsentrasi yang diberikan maka laju respirasi pada sel mikroalga akan semakin cepat. Respirasi menguraikan glukosa untuk menghasilkan energi berupa ATP, jika terjadi kelebihan energi dalam respirasi khususnya dalam proses glikolisis, maka energi tersebut akan dirubah menjadi senyawa lipid sebagai cadangan energi.

Proses metabolisme karbohidrat, protein dan lemak pada mikroalga satu sama lain saling terkait. Ketiga proses metabolisme tersebut akan melewati senyawa asetil Co-A sebagai senyawa antara untuk memasuki siklus Krebs. Asetil Co-A adalah prekursor untuk sintesis asam lemak yang melibatkan fungsi enzim piruvat dehidrogenase (Hans, 2005). Apabila terjadi kelebihan sintesis glukosa, maka akan diubah menjadi senyawa lemak sebagai cadangan energi (Esteti, 1995). Apabila jumlah protein dan lemak terus meningkat, protein dipecah jadi asam amino sedangkan lemak dipecah menjadi asam lemak untuk dijadikan energi atau disimpan dalam bentuk lemak (Poedjiadi, 2007).

Pengubahan karbohidrat menjadi lemak memerlukan produksi asam lemak dan rangka gliserol sehingga asam lemak teresterifikasi, unit gliserol (α -gliserofosfat) terbentuk oleh reduksi dihidroaseton fosfat yang dihasilkan pada glikolisis. Asam lemak dibentuk oleh kondensasi berganda dari unit asetat di aseti CoA. Sebagian besar sintesis asam lemak terjadi hanya dikloroplas. Asam lemak yang disintesis di organel tersebut terutama adalah asam palmitat dan asam oleat.

Asetil CoA yang digunakan untuk membentuk lemak di kloroplas sering dihasilkan oleh piruvat dehidrogenase (serupa dengan yang di mitokondria), yang menggunakan piruvat yang dibentuk pada glikolisis di sitosol. Sumber lain asetil-CoA pada kloroplas adalah asetat bebas dari mitokondria. Asetat ini segera diserap oleh plastid diubah menjadi Asetil CoA, kemudian digunakan untuk membentuk asam lemak dan lipid lainnya (Salisbury, 1995).

Pada hasil pengamatan Pembentukan lipid dari protein melibatkan serangkaian proses yang bermuara pada pembentukan asetil CoA kemudian masuk ke alur biosintesis lipid. Protein akan dipecah menjadi asam amino-asam amino. asam amino-asam amino yang menjalani jalur metabolik melalui piruvat ialah alanin, sistein, glisin dan treonin. Kimball (1996) berpendapat bahwa ada hubungan metabolisme antara karbohidrat, protein dan lemak yaitu kompetisi asetil CoA, yang merupakan prekursor pada beragam jalur biosintesis seperti lipid, protein, dan karbohidrat

Lemak diuraikan menjadi monomer-monomer penyusunnya, glukosa akan dipecah menjadi piruvat melalui proses glikolisis kemudian didekarboksilasi menghasilkan Asetil CoA. Protein diuraikan menjadi asam amino selanjutnya menjadi asam piruvat melalui proses transaminasi kemudian menghasilkan asetil CoA. Sedangkan lemak dipecah menjadi komponen penyusunnya yaitu asam lemak melalui proses lipolisis. Asam lemak dapat dioksidasi menjadi asetil CoA. Selanjutnya asetil CoA masuk dalam siklus Krebs. dilanjutkan dengan rantai transpor elektron yang akan menghasilkan ATP. Energi yang berlebihan dalam ATP tersebut akan disimpan dalam bentuk lipid.

Menurut Esteti (1995) biosintesis lipid sel mikroalga dimulai oleh kondensasi gliserol dengan tiga molekul asam lemak dengan bantuan katalis enzim lipase. Gliserol berasal dari α -gliserofosfat yang dihilangkan gugus fosfatnya oleh reaksi fosforilasi pada proses fotofosforilasi, sedangkan pembentukan asam lemak membutuhkan beberapa asetil CoA, dua pasang elektron (2NADPH) dan satu energi ATP. Kebutuhan energi ini di klorofil dapat tersedia dari hasil fotosintesis yaitu glukosa melalui proses glikolisis akan dipecah menjadi ATP, NADH dan Asam Piruvat. NADPH dapat tersedia dari lintasan respirasi pentosa fosfat, dan ATP dari glikolisis piruvat yang merupakan senyawa asal dari asetil CoA .

Asetil CoA karboksilase dan beberapa enzim telah digunakan sebagai target dalam peningkatan produksi lipid. Peningkatan konsentrasi media limbah cair tahu kultur mikroalga akan meningkatkan aktivitas kerja dari enzim Asetil CoA karboksilase merupakan prekursor bagi pembentukan lipid pada mikroalga, akan tetapi masih perlu dilakukan penelitian tentang faktor-faktor lingkungan seperti suhu, oksigen dan karbondioksida yang mempengaruhi mekanisme kerja enzim Asetil CoA karboksilase dalam mikroalga (Widianingsih, 2011).

Menurut Widiangingsih (2011) menyatakan bahwa konsentrasi media limbah cair tahu merupakan sumber nitrogen dan fosfor yang memiliki peranan dalam mempengaruhi produktivitas lipid. Hal ini diduga ada kaitannya dengan proses biosintesa lipid seperti yang terjadi dalam sel *Chlorella* sp. Biosintesis lipid pada mikroalga membutuhkan asetil-CoA sebagai titik awal pembentukan lipid.

Untuk mengetahui perlakuan konsentrasi yang paling berpengaruh terhadap kadar lipid *Chlorella* sp, maka dilakukan uji lanjut menggunakan uji

Beda Nyata Terkecil (BNT) 0,05. Berdasarkan hasil BNT 0,05 dari rata-rata kepadatan *Chlorella* sp. maka didapatkan notasi BNT yang disajikan pada tabel 4.4.

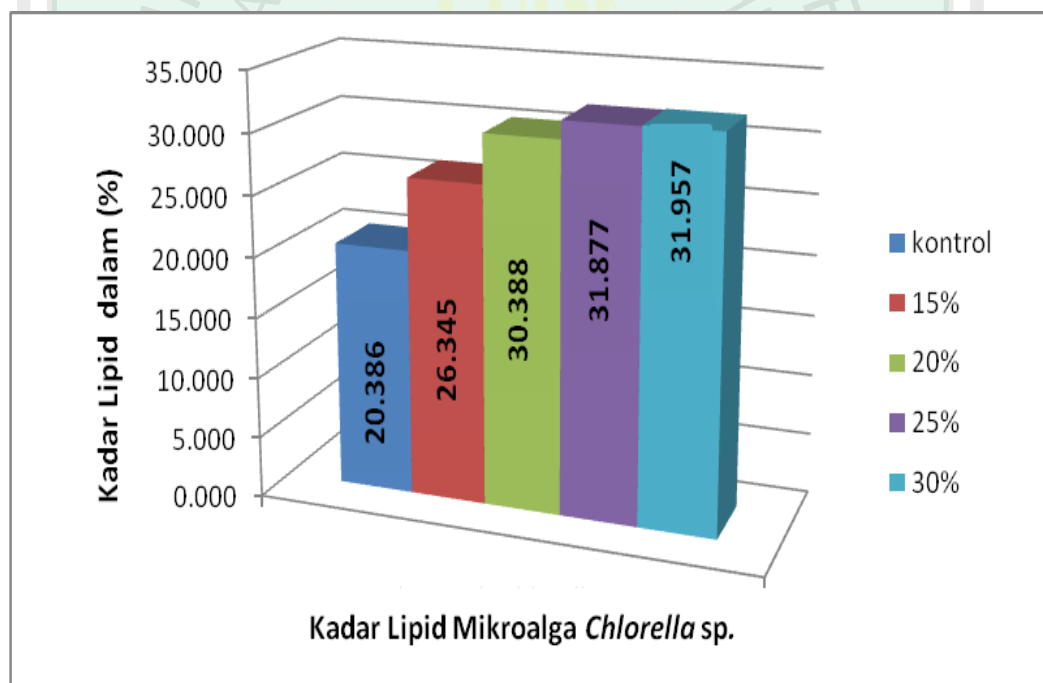
Tabel 4.4. Ringkasan BNT 0,05 tentang pengaruh konsentrasi limbah cair tahu terhadap kadar lipid *Chlorella* sp.

Perlakuan	Rata-rata	Notasi BNT 0.05
Control	20.385	a
15%	26.345	b
20%	30.388	c
25%	31.877	c
30%	31.957	c

Berdasarkan tabel 4.2 diketahui bahwa kepadatan *Chlorella* sp tidak ada perbedaan antara perlakuan 20%, 25%, dan 30% akan tetapi berbeda dengan perlakuan kontrol (media tanpa limbah). Konsentrasi lipid tertinggi dihasilkan pada konsentrasi limbah cair tahu 20% yaitu 30.388% sedangkan pada konsentrasi limbah cair tahu 0% diperoleh lipid terendah yaitu 20.385%. Pada konsentrasi limbah cair tahu 20% menghasilkan lipid tertinggi dikarenakan pertumbuhan *Chlorella* yang pengaruh terhadap kadar lipid *Chlorella* sp.

Menurut Wijihastuti (2011) pembatasan unsur hara seperti nitrogen atau silika, diketahui dengan baik dapat meningkatkan kandungan lipid pada mikroalga. Pada proses penggunaan nitrogen, komponen sel yang mengandung

nitrogen seperti klorofil dan protein akan menurun jumlahnya sedangkan kandungan karbohidrat akan meningkat diikuti dengan kandungan lipid. Menurut (Edward, 2010) menyatakan bahwa ada kaitannya dengan proses biosintesa lipid yang terjadi dalam sel *Chlorella* sp. Aktivitas enzim Asetil CoA karboksilase sangat menentukan dalam proses biosintesis lipid dalam sel mikroalga. Biosintesis lipid pada mikroalga membutuhkan Asetil CoA sebagai titik awal pembentukan lipid.



4.2. Grafik kadar lipid *Chlorella* sp. pada Konsentrasi Media Limbah Tahu

Pada grafik (4.1.2) konsentrasi limbah cair tahu 0% menunjukkan perbedaan dengan konsentrasi limbah cair tahu 20% sedangkan pada konsentrasi limbah cair tahu 20%, 25% dan 30% tidak berbeda. Pada konsentrasi limbah cair tahu 20% kadar lipid *Chlorella* sp. tidak diikuti oleh besarnya nilai kelimpahan sel. Pada konsentrasi limbah cair tahu 0% menunjukkan perbedaan, salah satunya dipengaruhi oleh kelimpahan sel *Chlorella* sp. Jika kelimpahan sel *Chlorella* sp. tinggi maka tinggi pula kadar lipid yang dihasilkan dan sebaliknya, jika kepadatan sel *Chlorella* sp. rendah maka rendah pula kadar lipid yang dihasilkan. Kadar lipid terendah pada konsentrasi limbah cair tahu 0% yaitu 20.385%. Hal ini karena kelimpahan sel *Chlorella* pada pada konsentrasi limbah cair tahu 0% hanya rendah dibandingkan konsentrasi limbah cair tahu 20%.

4. 3 Tumbuhan dalam Perspektif Islam

Ganggang adalah tumbuhan tingkat rendah yang mikroalga. Mikroalga *Chlorella* sp. merupakan jenis mikroalga yang mempunyai klorofil sebagai biokatalisator dalam proses fotosintesis (Romimoharto, 2004). Kemampuan mikroalga *Chlorella* berfotosintesis, mengakibatkan *Chlorella* sp dapat dimanfaatkan oleh makhluk hidup lain. Selaras dengan hal tersebut, Allah berfirman dalam surat Al-An'am ayat 99:

وَهُوَ الَّذِي أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ نَبَاتَ كُلِّ شَيْءٍ فَأَخْرَجْنَا مِنْهُ خَضِرًا نُخْرِجُ مِنْهُ حَبًّا مُتَرَاكِبًا وَمِنَ النَّخْلِ مِنَ طَلْعِهَا قِنْوَانٌ دَانِيَةٌ وَجَنَّتٍ مِّنْ أَعْنَابٍ وَالزَّيْتُونَ وَالرُّمَّانَ مُشْتَبِهًا وَغَيْرَ مُتَشَبِهٍ^{٩٩} أَنْظِرُوا إِلَى ثَمَرِهِ إِذَا أَثْمَرَ وَيَنْعِهِ^{١٠٠} إِنَّ فِي ذَٰلِكُمْ لَآيَاتٍ لِّقَوْمٍ يُؤْمِنُونَ ﴿٩٩﴾

Artinya:

Dan dialah yang menurunkan air hujan dari langit, lalu kami tumbuhkan dengan air itu segala macam tumbuh-tumbuhan Maka kami keluarkan dari tumbuh-tumbuhan itu tanaman yang menghijau. kami keluarkan dari tanaman yang menghijau itu butir yang banyak; dan dari mayang korma mengurai tangkai-tangkai yang menjulai, dan kebun-kebun anggur, dan (Kami keluarkan pula) zaitun dan delima yang serupa dan yang tidak serupa. perhatikanlah buahnya di waktu pohonnya berbuah dan (perhatikan pulalah) kematangannya. Sesungguhnya pada yang demikian itu ada tanda-tanda (kekuasaan Allah) bagi orang-orang yang beriman.

Menurut Shehab (2009) Ayat diatas memberi gambaran yang begitu indah dan memukai tentang bagaimana proses tanaman tumbuh dimulai dari jatuhnya air dan langit hingga perkembangan berikutnya, serta bagaimana tumbuhan itu menghasilkan buah-buahan yang ranum dan masak dan sebagian diungkapkan ayat tersebut, tampak jelas adanya keindahan kalam sang pencipta, Allah SWT.

Karakteristik didalam Al-Qur'an diatas yang cukup menarik adalah:

﴿٩٩﴾ إِنَّ فِي ذَٰلِكُمْ لَآيَاتٍ لِّقَوْمٍ يُؤْمِنُونَ^{١٠٠}

Menurut Shehab (2009) hubungan dengan keimanan tidak diragukan bahwa ada sebuah rahasia yang tersembunyi pada ayat ini yaitu bercerita tentang

permasalahan penting seputar sel tumbuhan kloroplas yang mengandung klorofil-pigmen hijau pada tumbuhan melalui proses fotosintesis. Kata klorofil atau zat hijau daun sebenarnya diambil dari kata pigmen “hijau” yang membuat tumbuhan berwarna hijau. Fungsi klorofil tidak hanya terbatas sebagai zat berwarna hijau pada daun, akan tetapi lebih dari itu, klorofil juga memainkan peranan penting dalam fotosintesis.

فَأَخْرَجْنَا بِهِ نَبَاتَ كُلِّ شَيْءٍ فَأَخْرَجْنَا مِنْهُ خَضِرًا

Menurut Shehab (2009) pigmen hijau yang merupakan bagian struktur tumbuhan yang kami tumbuhkan dengan segala macam tumbuh-tumbuhan yang merupakan zat hijau yang biasa dikenal klorofil terdapat pada salah satu sel tumbuhan kloroplas.