

BAB II

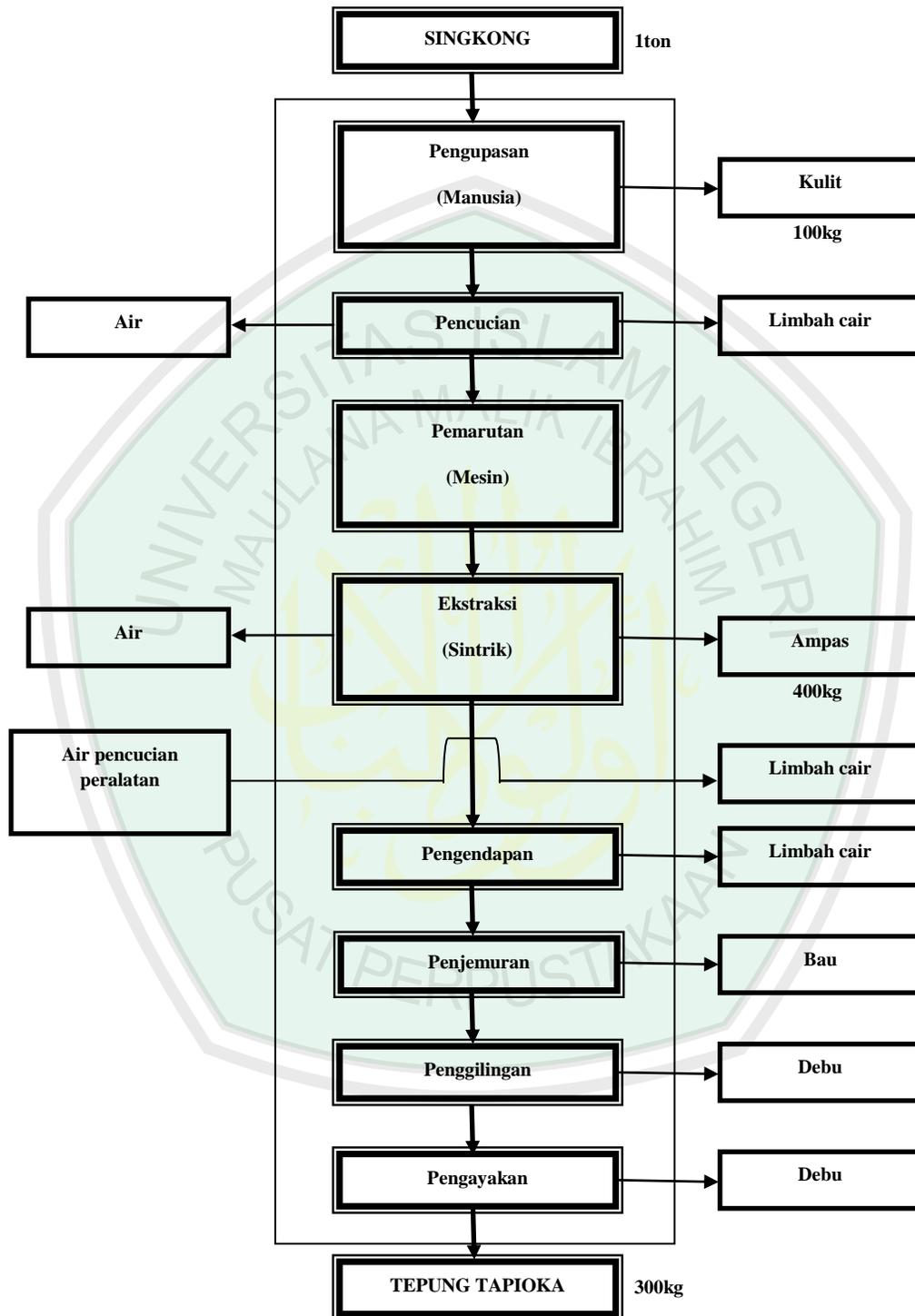
KAJIAN PUSTAKA

2.1 Limbah Cair Tapioka

Limbah adalah buangan yang kehadirannya pada suatu dan tempat tertentu tidak dikehendaki lingkungan karena tidak memiliki nilai ekonomi. Limbah yang mengandung bahan polutan yang memiliki sifat racun dan berbahaya dikenal dengan limbah B-3, yang dinyatakan sebagai bahan yang dalam jumlah relative sedikit tetapi berpotensi untuk merusak lingkungan hidup dan sumber daya (Kristanto, 2002).

Limbah cair tapioka merupakan limbah yang dihasilkan dari proses pembuatan, baik dari pencucian bahan baku sampai pada proses pemisahan pati dari airnya atau proses pengendapan Industri tapioka merupakan salah satu industri yang menghasilkan limbah padat dan cair dalam jumlah melimpah yang cukup bermasalah dalam pengelolaan limbah (padat dan cair). Hasil limbah dari 2/3 pengolahan tepung tapioka sebesar 75%, limbah ini berupa padat dan cair. (Sumiyati, 2009).

Terbentuknya tepung tapioka melalui beberapa rangkaian proses yang diawali dengan pengupasan umbi singkong, pencucian umbi kupasan, pamarutan, pemerasan, penyaringan, pengendapan, dekantasi pengeringan dan terakhir penggilingan (Bapedal, 1996), seperti terlihat pada gambar 2.1

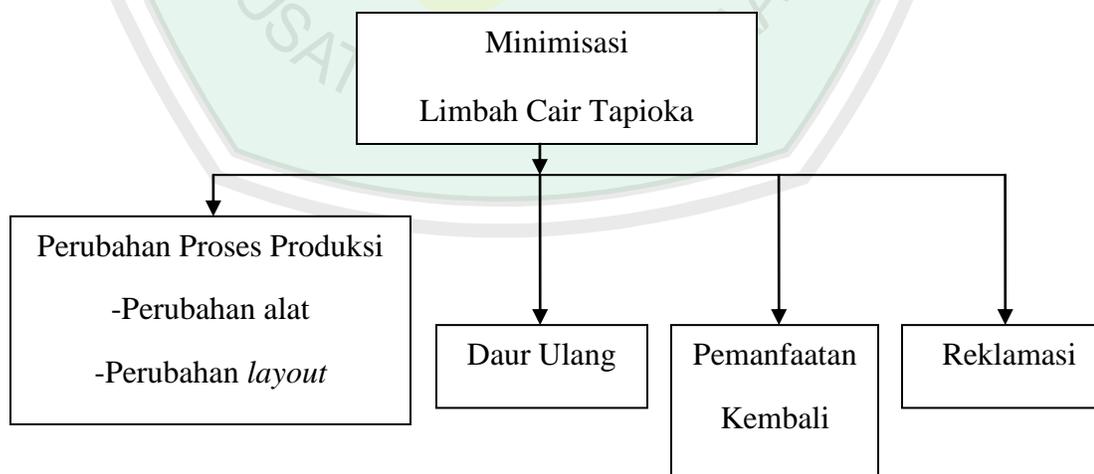


Gambar 2.1 Skema Proses Produksi Industri Tapioka (Retnani, 1999).

Limbah cair industri tapioka dihasilkan dari proses kegiatan pencucian dan penguapan. Kandungan dari limbah tersebut diantaranya padatan tersuspensi, kasar dan halus terbanyak serta senyawa organik. Pemekatan dan pencucian pati dengan sentrifus menghasilkan limbah cukup banyak juga dengan kandungan padatan tersuspensi halus yang cukup tinggi. Kehadiran zat-zat tersebut dalam limbah cair dapat menimbulkan gangguan-gangguan sebagai berikut (Widayatno, 2008) :

- a. Menyebabkan perubahan rasa dan bau yang tidak sedap
- b. Menimbulkan penyakit: misalnya gatal-gatal
- c. Mengurangi estetika sungai
- d. Menurunkan kualitas air sumur di sekitar pabrik tapioka

Cara-cara minimisasi limbah dalam setiap kegiatan industri sangat bervariasi dan tergantung pada kondisi yang dihadapi (Bapedal, 1996). Adapun upaya minimisasi limbah pada industri tapioka disajikan pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 Skema Cara Minimisasi Limbah Cair Industri Tapioka (Sumber: Retnani, 1999)

2.2. Karakteristik Limbah cair Tapioka

Menurut Prayitno (2008) karekteristik limbah cair tapioka antara lain:

a. Warna

Warna air limbah yang berasal dari proses pencucian umumnya putih kecoklat-coklatan disertai suspensi yang berasal dari kotoran kotoran dan kulit ubi kayu sedangkan yang berasal dari proses pemisahan pati berwarna putih kekuning kuning air limbah tapioka yang masih baru biasanya berbau khas seperti ubi kayu hal tersebut mudah berubah apabila dibiarkan ditempat yang tergenang baunya akan semakin menyengat karena proses pembusukan hal ini juga akan bertambah busuk apabila onggok yang dibuang dicampur bersama sama dengan limbah cairnya.

b. Padatan tersuspensi

Padatan tersuspensi di dalam air cukup tinggi, berkisar 1500-5000 mg/l. Padatan tersuspensi ini merupakan suspensi pati yang terendapkan pada (pengendapan tingginya kandungan padatan tersuspensi menandakan bahwa proses pengendapan belum sempurna). Nilai padatan tersuspensi, BOD, COD saling berkaitan tinggi padatan tersuspensi semakin tinggi nilai COD dan BODnya (Prayitno, 2008).

c. pH

pH menyatakan intensitas kemasaman atau alkalinitas dari limbah tersebut. Penurunan pH menandakan bahwa di dalam air limbah tapioka ini sudah terjadi aktifitas jasad renik yang mengubah bahan organik yang mudah terurai menjadi

asam-asam. Air limbah tapioka yang masih segar mempunyai pH 6-6,5 akan turun menjadi sekitar 4 setelah beberapa hari.

d. COD (*Chemical Oxygen Demand*)

COD menggambarkan jumlah total oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan organik secara kimiawi, baik yang dapat didegradasi secara biologis (*biodegradable*) maupun yang sukar didegradasi secara biologis (*non biodegradable*) menjadi CO_2 dan H_2O . COD merupakan parameter yang sangat penting untuk menentukan tingkat pencemaran atau mutu air. Jika kandungan senyawa organik dan anorganik cukup besar, maka oksigen yang terlarut dalam air akan mencapai nol, sehingga tidak memungkinkan hidupnya biota air. Kisaran angka COD pada limbah cair tapioka adalah 7000-30000 mg/l.

e. BOD (*Biochemical Oxygen Demand*)

BOD juga merupakan parameter yang umum dipakai menentukan pencemaran air bahan-bahan organik pada air dan BOD adalah sejumlah oksigen yang dibutuhkan oleh bakteri untuk memetabolisme atau menstabilkan bahan-bahan organik di dalam air melalui proses oksidasi biologis (biasanya dihitung selama periode 5 hari pada suhu 20°C) semakin tinggi nilai BOD semakin tinggi tingkat pencemaran air tersebut. Di dalam air limbah tapioka BOD berkisar antara 3000-6000 mg/l. Beberapa jenis ketela pohon mengandung sianida yang bersifat toksis. Sianida ini larut dalam air dan akan mudah menguap apabila ada olakan atau aerasi terhadap limbah kandungan sianida pada limbah tapioka sangat bervariasi tergantung dengan ketela pohon yang dipakai.

2.3. Kandungan Kimia Limbah Tapioka

Tapioka adalah tepung dengan bahan baku ketela pohon dan merupakan salah satu bahan untuk keperluan industri makanan. Pada proses pengolahan tapioka, limbah yang dihasilkan berupa limbah padat, cair dan gas. Ketela pohon sebagai bahan baku tapioka mempunyai kandungan racun yang sangat kuat yaitu linamarin dan lostaustralin. Kedua racun tersebut termasuk kelompok glikosida sianogenik yang oleh enzim linamarase diubah (Ariyanti, 2010).

Menurut Sumiyati (2009), menyatakan bahwa limbah tapioka dapat mengakibatkan komunitas lingkungan air di sungai terancam kepunahan, karena limbah cair tapioka mengandung senyawa racun CN atau HCN yang sangat tinggi. Dimana dalam pembuangan limbah ke lingkungan air tidak mengalami pengolahan terlebih dahulu. Dampak negatif dari limbah cair mengakibatkan terjadinya pencemaran lingkungan, diantaranya bau yang tidak sedap dan beberapa sumur warga yang tidak layak untuk dikonsumsi. Limbah cair tapioka memiliki kandungan bahan organik diantaranya glukosa sebesar 21,067 %, karbohidrat sebesar 18,900 % dan vitamin C sebesar 51,040 %.

Limbah yang dihasilkan dari pembuatan tepung tapioka ada dua macam yaitu limbah padat dan limbah cair. Limbah padat masih dapat digunakan untuk keperluan lain misalnya makanan ternak dan asam cuka, tapi limbah cair dibuang begitu saja ke lingkungan. Limbah cair dari industri tepung tapioka mengandung senyawa-senyawa organik tersuspensi seperti protein, lemak, karbohidrat yang mudah membusuk dan menimbulkan bau tak sedap maupun senyawa anorganik yang berbahaya seperti CN,

nitrit, ammonia, dan sebagainya. Hal inilah yang sering menjadi keluhan terutama bagi masyarakat yang berada di sekitar industri tersebut karena dapat membahayakan kesehatan serta merusak keindahan (Riyanti, 2010).

Limbah cair tapioka yang belum mengalami pengolahan mempunyai beban pencemaran yang cukup tinggi karena sebagian besar kandungannya adalah bahan organik. Parameter kunci untuk menentukan kualitas limbah cair adalah dengan mengetahui kandungan pH, BOD, COD, dan TSS limbah tersebut. Limbah cair tapioka mengandung BOD sebesar 300-7500 mg/l, COD 3100-20000 mg/l dan TSS (padatan terlarut) 1500-8500 mg/l (Nurida, 2009).

Menurut Surat Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. KEP-51/MenLH/10/1995, bahwa baku mutu limbah industri tapioka yang dipersyaratkan hanya limbah cairnya saja, dengan karakteristik yang disajikan dalam Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Baku Mutu Limbah Industri Tapioka Yang Sudah Beroperasi

Debit Limbah Maksimum Sebesar 60 m ³ per ton Produk		
Parameter	Kadar Maksimum	Beban Pencemaran Maksimum (kg/ton produk)
BOD ₅	200.0 mg/l	12.0
COD	400.0 mg/l	24.0
MPT	150.0 mg/l	9.0
Sianida (CN)	0.500 mg/l	0.003
pH	6-9	

Sumber : Kantor Menteri Negara Lingkungan Hidup. Keputusan Menteri Negara LH No: KEP-51/MENLH/10/1995

2.4. Mikroalga

Alga (ganggang) termasuk dalam kingdom Protista dan subkingdom Thallophyta. Alga dimasukkan dalam subkingdom Thallophyta karena struktur morfologi alga tidak menampakkan spesialisasi membentuk daun, batang, dan akar. Alga dapat ditemukan di air tawar, air laut, maupun menempel pada tempat-tempat yang basah atau lembab. Alga dapat ditemukan dalam bentuk bersel tunggal (uniseluler) atau tersusun atas banyak sel (multiseluler). Ukuran tubuhnya ada yang mikroskopis misalnya alga hijau dan alga keemasan, tetapi ada pula yang makroskopis misalnya alga coklat dan alga merah. Alga multiseluler ditemukan dalam bentuk seperti benang, lembaran, dan koloni sel (Borowitzka & Borowitzka, 1998).

Mikroalga adalah organisme tumbuhan paling primitif berukuran seluler yang umumnya dikenal dengan sebutan nama fitoplankton. Habitat hidupnya adalah di perairan atau tempat-tempat lembab. Organisme ini merupakan produsen primer perairan yang mampu berfotosintesis seperti layaknya tumbuhan tingkat tinggi lainnya. Mikroalga yang hidup di laut dikenal dengan istilah *marine microalgae* atau mikroalga laut. Mikroalga laut berperan penting penting dalam jaring-jaring makanan di laut dan merupakan materi organik dalam sedimen laut, sehingga diyakini sebagai salah satu komponen dasar pembentukan minyak bumi di dasar laut yang dikenal sebagai *fossil fuel* (Kawaroe, 2010).

Mikroalga merupakan spesies uniseluler yang dapat hidup soliter maupun berkoloni. Berdasarkan spesiesnya, ada berbagai macam bentuk dan ukuran

mikroalga. Tidak seperti tanaman tingkat tinggi, mikroalga tidak mempunyai akar, batang dan daun. Mikroalga merupakan mikroorganisme fotosintetik yang memiliki kemampuan untuk menggunakan sinar matahari dan karbondioksida untuk menghasilkan biomassa serta menghasilkan sekitar 50% oksigen yang ada di atmosfer (Widjaja, 2009).

Keanekaragaman mikroalga sangat tinggi. Diperkirakan ada sekitar 200.000 – 800.000 spesies mikroalga ada di bumi, dimana baru sekitar 35.000 spesies saja yang telah diidentifikasi. Beberapa contoh spesies mikroalga diantaranya yaitu *Spirulina*, *Nannochloropsis* sp, *Botryococcus braunii*, *Chlorella* sp, *Dunaliella primolecta*, *Nitzschia* sp, *Tetraselmis suecia*, *Scenedesmus* sp dan lain-lain (Kawaroe, 2010).

Sel-sel mikroalga tumbuh dan berkembang pada suspensi air, sehingga mempunyai tingkat efisiensi yang lebih tinggi dalam hal penggunaan air, karbondioksida dan nutrisi lainnya bila dibandingkan dengan tanaman tingkat tinggi (Widjaja, 2009). Pertumbuhan mikroalga sendiri terdiri dari tiga fase utama, yaitu fase lag, eksponensial dan stasioner. Kebanyakan spesies mikroalga menghasilkan produk yang khas seperti karotenoid, antioksidan, asam lemak, enzim, polimer, peptida, toksin dan sterol (Becker, 1994).

Komposisi kimia sel mikroalga tidak dibatasi oleh faktor-faktor yang tetap dan tergantung pada spesies serta kondisi kultivasinya. Terdapat peluang untuk memperoleh mikroalga dengan komposisi kimia tertentu dengan memanipulasi faktor lingkungannya seperti suhu, cahaya, pH, ketersediaan karbondioksida, garam dan nutrisi lainnya (Basmal, 2008).

Selama ini mikroalga sudah dikenal luas sebagai bahan obat-obatan dan telah dimanfaatkan untuk mengobati dan mencegah berbagai macam penyakit. Mikroalga mengandung protein, lemak, asam lemak tak jenuh, pigmen, dan vitamin. Kandungan yang ada di dalam mikroalga tersebut sangat berguna untuk kesehatan manusia sebagai sumber gizi penting. Beberapa jenis mikroalga yang sudah sangat luas pemanfaatannya adalah *Chlorella* yang mengandung protein sekitar 40-60% (berat kering). Selain itu, mikroalga ini juga mengandung asam lemak tak jenuh Omega-3, Eikosa-pentaenoat (EPA), dan Dokosaheksaenoat (DHA) yang berfungsi untuk menurunkan kolesterol dalam darah (Kawaroe, 2010).

Kandungan lemak (lipid) dan asam lemak (*fatty acid*) yang ada di dalam mikroalga merupakan sumber energi. Kandungan ini dihasilkan dari proses fotosintesis yang merupakan hidrokarbon, dan diduga dapat menghasilkan energi yang belum digali dan dimanfaatkan sepenuhnya (Kawaroe, 2010).

Melalui beberapa proses seperti biofotolisis maupun fermentasi, mikroalga mampu menghasilkan hydrogen. Hasil ini sangat mudah dikonversi menjadi panas, listrik, bahan bakar dan tanpa menghasilkan senyawa beracun sebagai hasil samping seperti halnya bahan bakar yang ada saat ini. Akumulasi lemak yang terjadi di dalam tubuh mikroalga memiliki kecenderungan untuk mengalami peningkatan jika organisme tersebut berada pada kondisi lingkungan yang mengalami tekanan. Dan pada kondisi Indonesia yang sedang mengalami krisis energi, maka alternative potensi kandungan bahan bakar *biofuel* yang berasal dari mikroalga (*oilgae*) ini menjadi sangat menjanjikan untuk dimanfaatkan (Kawaroe, 2010).

Penggunaan mikroalga sebagai bahan baku biofuel mempunyai beberapa keuntungan jika dibandingkan dengan tanaman pangan, diantaranya yaitu pertumbuhan yang cepat, produktivitas tinggi, dapat menggunakan air tawar maupun air laut, tidak berkompetisi dengan bahan pangan, konsumsi air dalam jumlah sedikit serta menggunakan biaya produksi yang relatif rendah (Basmal, 2008).

2.4.1 Kondisi Lingkungan yang Mempengaruhi Pertumbuhan Mikroalga

Pertumbuhan mikroalga dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain:

2.4.1.1 Suhu

Setiap penelitian suatu ekosistem akuatik, pengukuran suhu air merupakan hal yang mutlak untuk dilakukan. Hal ini disebabkan karena kelarutan berbagai jenis gas dan air serta semua aktivitas biologis di dalam ekosistem akuatik sangat dipengaruhi oleh suhu. Menurut hukum Van't Hoff's kenaikan suhu sebesar 10°C (hanya pada kisaran suhu yang masih ditolerir) akan meningkatkan aktivitas fisiologis (misalnya respirasi) dari organisme sebesar 2-3 kali lipat. Pola suhu akuatik dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti intensitas cahaya matahari, pertukaran panas antara air dan udara sekelilingnya dan juga faktor kanopi (penutupan pada vegetasi) (Effendi, 2003).

Suhu optimal untuk kultivasi mikroalga antara 24-30 °C, dan bisa berbeda-beda bergantung lokasi, komposisi media yang digunakan serta jenis mikroalga yang dikultivasi. Namun sebagian besar mikroalga dapat mentoleransi suhu antara 16-35 °C. Temperatur dibawah 16 °C dapat memperlambat pertumbuhan dan suhu diatas 35 °C dapat menimbulkan kematian pada beberapa spesies mikroalga (Kawaroe, 2010).

Selanjutnya Isnansetyo & Kurniastuty (1995) mengatakan suhu yang sesuai dengan fitoplankton berkisar antara 25-30°C. Menurut Reynolds (1990) suhu optimal bagi pertumbuhan mikroalga adalah 25-40°C. Temperatur memengaruhi proses-proses fisika, kimia dan biologi yang berlangsung dalam sel mikroalga. Peningkatan temperatur hingga batas tertentu akan merangsang aktivitas molekul, meningkatnya laju difusi dan juga laju fotosintesis (Sachlan, 1982).

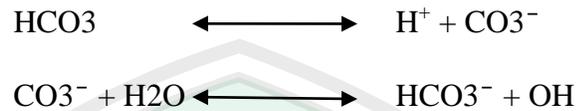
2.4.1.2. Salinitas

Salinitas adalah jumlah keseluruhan garam yang terlarut dalam volume air tertentu. Salinitas ini dinyatakan sebagai bagian garam per seribu bagian air (‰). Salinitas rata-rata air laut dalam samudra adalah 35 ‰. Salinitas menggambarkan padatan total di dalam air, setelah semua karbonat dikonversi menjadi oksida, semua bromida dan iodida digantikan oleh klorida, dan semua bahan organik telah dioksidasi (Effendi, 2003).

2.4.1.3. Derajat keasaman (pH)

Nilai pH merupakan faktor pengontrol yang menentukan kemampuan biologis mikroalga dalam memanfaatkan unsur hara. Nilai pH yang terlalu tinggi misalnya, akan mengurangi aktifitas fotosintesis 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 hidrolisa menjadi ion bikarbonat dan melepaskan ion

hidrogen oksida yang bersifat basa, sehingga keadaan netral kembali, dapat dilihat pada reaksi berikut:



Rata-rata pH untuk kultivasi sebagian besar spesies mikroalga antara 7-9 (Lavens dan Sorgeloos, 1996).

2.4.1.4. Nutrien (Unsur Hara)

Unsur hara yang dibutuhkan mikroalga terdiri dari mikronutrien dan makronutrien. Makronutrien antara lain C, H, N, P, K, S, Mg, dan Ca. Sedangkan mikronutrien yang dibutuhkan antara lain adalah Fe, Cu, Mn, Zn, Co, Mo, Bo, Vn, Si. Diantara nutrient tersebut, N dan P sering menjadi faktor pembatas pertumbuhan mikroalga. Khusus bagi mikroalga yang memiliki kerangka dinding sel yang mengandung silikat, misalnya Diatom, unsure Si berperan sebagai pembatas. Secara umum defisiensi nutrien pada mikroalga mempengaruhi penurunan kandungan protein, pigmen fotosintesis dan kandungan produk karbohidrat serta lemak.

Unsur hara tersebut diperoleh dalam bentuk persenyawaan dengan unsur hara lain. Khusus bagi mikroalga yang memiliki kerangka dinding sel yang mengandung silikat, misalnya Diatom, unsur Si berperan sebagai faktor pembatas. Secara umum defisiensi nutrien pada mikroalga mempengaruhi penurunan protein, pigmen fotosintesis serta kandungan produk karbohidrat dan lemak (Bold, 1980).

Konsentrasi mikroalga yang dikultivasi secara umum lebih tinggi dari pada yang di alam, sehingga diperlukan penambahan nutrien untuk mencukupi kekurangan

pada media kultivasi. Dalam kultivasi mikroalga ditambahkan nutrisi antara lain nitrat, fosfat, dan silikat untuk memenuhi nutrisi pada air laut (Lavens & Sorgeloos, 1996).

Nybakken (1992) mengemukakan bahwa unsur hara anorganik utama yang diperlukan mikroalga untuk tumbuh dan berkembang biak adalah nitrogen (dalam bentuk nitrat) dan fosfor (dalam bentuk fosfat). Di samping itu silikat juga merupakan salah satu unsur hara yang diperlukan dan mempunyai pengaruh terhadap proses pertumbuhan dan perkembangan organisme perairan.

Nitrogen dalam air ditemukan dalam bentuk antara lain amonia, amonium, nitrit, dan nitrat. Nitrogen dalam bentuk senyawa anorganik dimanfaatkan oleh tumbuhan untuk membentuk protein nabati (Wardoyo, 1982). Pada umumnya nitrogen diabsorpsi oleh mikroalga dalam bentuk nitrat ($\text{NO}_3\text{-N}$) dan amonia ($\text{NH}_3\text{-N}$). mikroalga lebih banyak menyerap $\text{NH}_3\text{-N}$ daripada $\text{NO}_3\text{-N}$ karena lebih banyak dijumpai baik dalam kondisi aerobik maupun anaerobik (Welch, 1980). Selain itu, amonia dapat secara digunakan untuk sintesis asam amino tanpa merubah fase oksidasi (Levinton, 1982).

Senyawa nitrogen sangat dipengaruhi oleh kandungan oksigen bebas dalam air. Pada saat kandungan oksigen rendah, nitrogen berubah menjadi amonia (NH_3^-), sebaliknya saat kandungan oksigen tinggi nitrogen berubah menjadi nitrat (NO_3^-). Nitrat adalah bentuk nitrogen utama di perairan alami dan merupakan unsur hara utama bagi pertumbuhan alga yang dihasilkan dari proses oksidasi sempurna senyawa nitrogen di perairan, konsentrasinya diatur oleh proses nitrifikasi (Effendi, 2003).

2.4.1.5. Intensitas Cahaya

Seperti halnya semua tanaman, mikroalga juga melakukan proses fotosintesis, yaitu mengasimilasi karbon anorganik untuk dikonversi menjadi materi organik. Bersama dengan cahaya yang merupakan sumber energi sangat berperan dalam proses fotosintesis pada alga. Oleh karena itu intensitas cahaya memegang peranan yang sangat penting, namun intensitas cahaya yang diperlukan tiap-tiap alga untuk dapat tumbuh secara maksimum berbeda-beda. Intensitas cahaya yang diperlukan tergantung volume kultivasi dan densitas alga (Efendi, 2003).

2.4.2. Fase Pertumbuhan Mikroalga

Pertumbuhan mikroalga dapat diamati dengan melihat pertumbuhan besar ukuran sel mikroalga atau dengan mengamati pertumbuhan jumlah sel dalam satuan tertentu. Cara kedua sering digunakan untuk mengetahui pertumbuhan mikroalga, yaitu dengan menghitung kelimpahan atau kepadatan sel mikroalga dari waktu ke waktu (Becker, 1994). Menurut Isnansetyo dan Kuniastuty (1995) terdapat dua cara penghitungan kepadatan mikroalga yaitu dengan menggunakan *Sedgwick rafter* dan menggunakan *haemocytometer*. Penggunaan *haemocytometer* lebih sering digunakan dibandingkan dengan *sedgwick rafter* karena kemudahan dalam penggunaannya. Selama pertumbuhan mikroalga dapat mengalami beberapa fase pertumbuhan (Kawaroe, 2010) yaitu:

(1) Fase Lag (Istirahat)

Fase lag merupakan pertumbuhan fase awal dimana penambahan kelimpahan mikroalga terjadi dalam jumlah sedikit. Fase ini mudah diobservasi pada saat

kultivasi mikroalga baru saja dilakukan atau sesaat setelah bibit mikrolaga dimaksudkan pada media kultivasi. Pada fase ini biasanya terjadi stressing secara biologi karena terjadi perubahan kondisi lingkungan media kultivasi dari media awal ke media yang baru. Selain itu, pada media baru karena dilakukan penambahan nutrient dan mineral maka kelarutannya lebih banyak daripada media sebelumnya, sehingga akan mempengaruhi sintesis metabolik mikroalga karena pindah dari konsentrasi rendah ke konsentrasi yang tinggi. Terjadinya perubahan-perubahan semacam inilah, maka mikroalga mengalami proses penyesuaian terlebih dahulu sebelum mengalami pertumbuhan.

(2) Fase logaritmik (log) atau Eksponensial

Fase eksponensial merupakan tahapan pertumbuhan lanjut yang dialami mikroalga setelah fase lag. Mikroalga yang dikultivasi akan mengalami penambahan biomassa secara cepat. Hal ini ditunjukkan dengan penambahan jumlah sel yang sangat cepat melalui pembelahan sel mikrolaga. Selain itu, umumnya pada fase akhir eksponensial, kandungan protein dalam sel sangat tinggi, sehingga kondisi mikroalga berada pada kondisi yang paling optimal untuk tujuan lebih lanjut baik sebagai bibit maupun dimanfaatkan sebagai bahan baku produksi biofuel. Menurut Isnansetyo dan Kurniastuty (1995) *Scenedesmus* sp. dapat mencapai fase ini dalam waktu 4-7 hari.

(3) Fase Penurunan Laju Perumbuhan (Declining Growth)

Fase penurunan pertumbuhan terjadi dengan indikasi pengurangan kecepatan pertumbuhan sampai sama dengan fase awal pertumbuhan, yaitu kondisi yang stagnan dimana tidak terjadi penambahan sel. Pada fase ini ditandai dengan

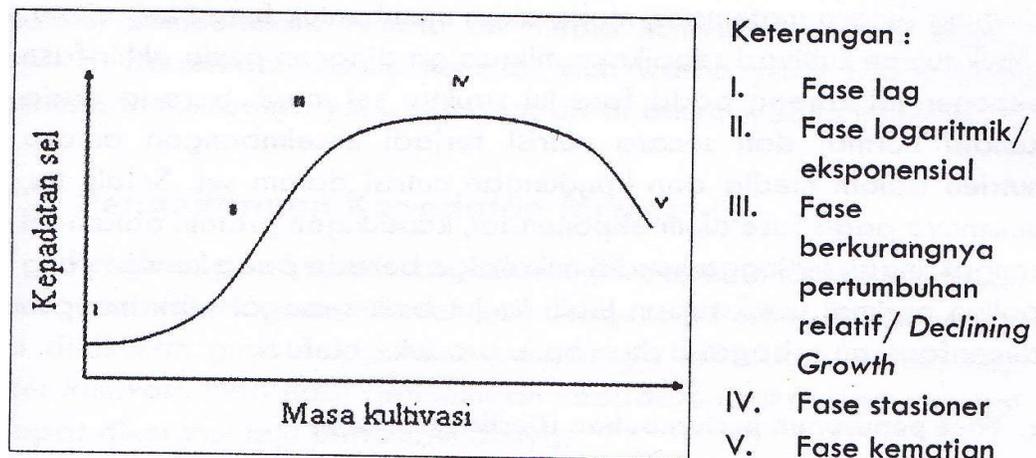
berkurangnya nutrient dalam media, sehingga mempengaruhi kemampuan pembelahan sel yang menyebabkan jumlah sel semakin menurun. Pemanenan dapat dilakukan pada fase ini.

(4) Fase Stasioner

Fase ini diindikasikan dengan adanya pertumbuhan mikroalga yang terjadi secara konstan akibat dari keseimbangan katabolisme dan anabolisme di dalam sel. Fase ini ditandai dengan rendahnya tingkat nutrient dalam sel mikroalga. Umumnya untuk kelimpahan yang rendah dalam kultivasi terjadi fase stasioner yang pendek, sehingga menyulitkan pada saat pemanenan.

(5) Fase Kematian (Mortalitas)

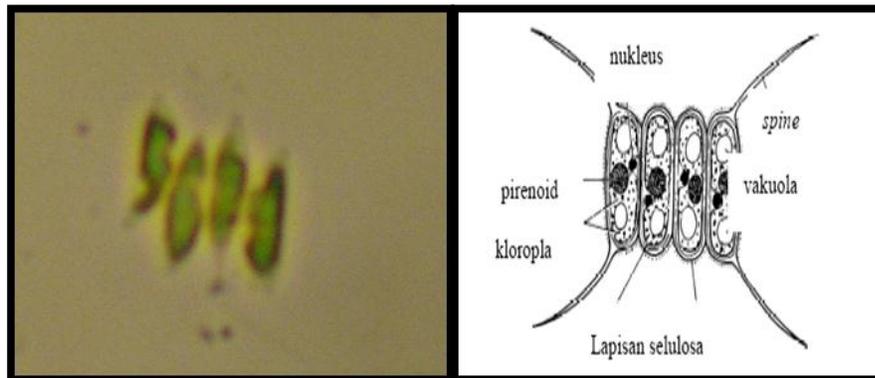
Fase kematian diindikasikan oleh kematian sel mikroalga yang terjadi karena adanya penurunan kandungan nutrient dalam media kultivasi dan kemampuan metabolisme mikroalga yang turun akibat dari umur yang sudah tua. Kenyataan ini biasanya ditandai dengan penurunan jumlah sel yang cepat dan secara morfologi pada fase ini mikroalga banyak mengalami kematian dibandingkan dengan melakukan pertumbuhan melalui pembelahan. Warna media kultivasi berubah, terjadi busa di permukaan media kultivasi dan warna yang pudar serta gumpalan mikroalga yang mengendap di dasar wadah kultivasi. Gambar 2.3 adalah kurva pertumbuhan mikroalga menurut Kawaroe (2010).



Gambar 2.3 Kurva pertumbuhan mikroalga (Kawaroe, 2010).

2.5. *Scenedesmus* sp.

Sel *Scenedesmus* berbentuk silindris dan umumnya membentuk koloni (Gambar 1). Koloni *Scenedesmus* terdiri dari 2, 4, 8, atau 16 sel tersusun secara lateral. Ukuran sel bervariasi, panjang sekitar 8-20 μm dan lebar sekitar 3-9 μm . Struktur sel *Scenedesmus* sederhana. Sel *Scenedesmus* diselubungi oleh dinding yang tersusun atas tiga lapisan, yaitu lapisan dalam yang merupakan lapisan selulosa, lapisan tengah merupakan lapisan tipis yang strukturnya seperti membran, dan lapisan luar, yang menyelubungi sel dalam koloni. Lapisan luar berupa lapisan seperti jaring yang tersusun atas pektin dan dilengkapi oleh *bristles* (Prihantini, 2007).



Gambar 2.4. Morfologi dan Struktur *Scenedesmus* (Prihantini, 2007)

Scenedesmus sp merupakan mikroalga yang bersifat kosmopolit dan sebagian besar dapat hidup di lingkungan akuatik seperti perairan tawar dan payau. *Scenedesmus* sp. juga ditemukan di tanah atau tempat yang lembab (Prihantini, 2007).

Scenedesmus adalah salah satu spesies ganggang hijau uniseluler yang berkoloni. Sel-selnya mempunyai kloroplas yang berwarna hijau, mengandung klorofil-a dan klorofil-b, serta karotenoid. Pada kloroplas terdapat pirenoid, hasil asimilasi berupa tepung dan minyak. Organisme ini tumbuh subur di lingkungan perairan yang kaya akan nutrisi. Berikut adalah taksonomi dari *Scenedesmus* sp. menurut Kawaroe (2010):

Divisi : Chlorophyta

Kelas : Chlorophyceae

Ordo : Sphaeropleales

Famili : Scenedesmaceae

Genus : *Scenedesmus*

Spesies : *Scenedesmus* sp.

Reproduksi aseksual oleh autospora dengan 2-32 per sporangium biasanya diorganisir dalam satu canoebium atau terpisah menjadi sel tunggal. Reproduksi seksual dilakukan oleh *Scenedesmus obliquus* dalam subgenus Acutodesmus, tetapi sangat jarang terjadi. Gametnya mempunyai dua flagel dan isogamus; jika syngami tidak muncul, gamet akan memisah (Kawaroe, 2010).

Scenedesmus dapat melakukan reproduksi aseksual maupun seksual. Reproduksi aseksual terjadimelalui pembentukan autokoloni, yaitu setiap sel induk membentuk koloni anakan yang dilepaskan melalui sel induk yang pecah terlebih dahulu. Beberapa spesies *Scenedesmus* dapat melakukan reproduksi seksual dengan pembentukan zoospora biflagel dan isogami (Kawaroe, 2010).

Karbohidrat, protein, dan lemak bila diuraikan menjadi monomer-monomer penyusunnya, pada akhirnya akan menjadi 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 sel *Scenedesmus* (Kawaroe, 2010).

Fisiologi dan biokomianya relatif seragam, dengan 28 buah strain diketahui memiliki hidrogenase dan menghasilkan karoten sekunder dalam kondisi nitrogen yang sedikit, spesies mikroalga lain berbeda dalam kemampuan dalam menghidrolisis pati. Suhu optimal pada 28-30°C, tetapi ada beberapa strain atau takson berada pada 36°C atau di atasnya. Beberapa spesies dari *Scenedesmus* bersifat polimorfik tinggi pada kultur dengan berbagai variasi bergantung kondisi kultur yang berbeda-beda (Kawaroe, 2010).

Scenedesmus sp. Mengandung 8-56% protein, 10-52% karbohidrat, 2-40% lemak serta 3-6% *nucleic acid*. Asam lemak pada *Scenedesmus* 25,61% berupa linoleat, 23,459% oleat serta 20,286% adalah palmitat. Berdasarkan hasil penelitian Kawaroe *et al* (2009), kandungan asam lemak yang terkandung dalam *Scenedesmus* sp, Asam myristat (0,34%), Asam stearat (13,85%), Asam palmitat (20,29%), Asam palmitoleat (9,78%), Asam linoleat (25,16%), Asam linolenat (16,16%), Gliserol trilaurat (3,73), dan Vinil laurat (35,52%) (Kawaroe, 2010).

Scenedesmus dapat dimanfaatkan sebagai makanan tambahan dalam bentuk PST (Protein Sel Tunggal), pakan alami, dan pakan ternak karena memiliki kandungan gizi tinggi. *Scenedesmus* mengandung 55% protein, 13% karbohidrat, asam-asam amino, vitamin, dan serat. *Scenedesmus* juga mengandung vitamin seperti vitamin B1, B2, B12, dan vitamin C (Prihantini, 2007).

2.6. Pemanfaatan Mikroalga sebagai Bioremediator Limbah Organik dan Limbah Anorganik

Remediasi merupakan cara untuk memulihkan kondisi lingkungan yang semula tercemar oleh zat pencemar sehingga mencapai suatu acuan tertentu. Bioremediasi dapat dilaksanakan di lingkungan tanpa menimbulkan kerusakan, serta dapat mengurangi limbah secara permanen, dapat digabungkan dengan teknik penanganan secara fisik dan kimia (Fachrudin, 2010).

Kecepatan biodegradasi dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti konsentrasi bahan pencemar, biomassa, suhu, pH, ketersediaan nutrient, ketersediaan substrate

primer dan terjadinya adaptasi. Selain itu, komposisi bahan pencemar, ketersediaan oksigen, dan kelembapan juga mempengaruhi proses biodegradasi (Fachrudin, 2010).

Manfaat dari penggunaan air limbah adalah sebagai sumber nitrogen dan fosfor untuk mikroalga sehingga mengurangi masukan dari bahan kimia berbahaya ke dalam lingkungan. Mikroalga membutuhkan masukan nutrisi dan gas karbondioksida yang cukup, sehingga bisa memaksimalkan produksi biomassa dalam pertumbuhannya (Kawaroe, 2010).

Media air limbah dapat diolah secara biologis oleh mikroalga sekaligus memberikan nutrisi untuk pertumbuhannya. Mikroalga bisa memanfaatkan senyawa anorganik yang terkandung dalam limbah tersebut melalui proses fotosintesis menjadi senyawa organik dengan bantuan klorofil dan energi cahaya (Kawaroe, 2010).

Unsur-unsur yang terkandung dalam limbah dibutuhkan dalam pertumbuhan mikroalga. Unsur besi (Fe) dibutuhkan oleh mikroalga untuk menyusun sitokrom dan klorofil, selain itu berperan dalam sistem enzim dan transfer elektron pada proses fotosintesis. Namun kadar besi yang tinggi dapat menghambat unsure fiksasi unsur lainnya (Effendi, 2003).

Nitrat (NO_3) adalah bentuk utama nitrogen di perairan alami dan merupakan nutrisi utama bagi pertumbuhan tanaman dan mikroalga. Nitrat nitrogen sangat mudah larut dalam air dan bersifat stabil. Nitrat dapat digunakan mengelompokkan tingkat kesuburan perairan (Effendi, 2003).

Di perairan alami, nitrit biasanya ditemukan dalam jumlah yang sedikit, karena sifatnya yang tidak stabil dan mudah terikat dengan oksigen menjadi nitrat.

Nitrat sendiri merupakan salah satu komponen nutrien yang penting untuk pertumbuhan mikroalga di perairan. Sumber nitrat biasanya berasal dari limbah industri dan limbah domestik (Effendi, 2003).

Menurut Effendi (2003) tumbuhan air dan mikroalga dapat menyerap logam dalam limbah industri. Penyerapan logam oleh tumbuhan air dan mikroalga ini lebih banyak terjadi pada perairan dengan pH rendah. Mikroalga bersifat lebih toleran terhadap logam berat dibandingkan dengan ikan dan mamalia.

Limbah organik hampir mengandung unsur hara yang dibutuhkan untuk pertumbuhan mikroalga seperti: S, P dan K sehingga algae dapat tumbuh subur. Tetapi unsur hara disini ada yang berbentuk sebagai kompleks organik sehingga harus dioksidasi terlebih dahulu menjadi bentuk anorganik yang dapat diserap seperti NO_2 , NH_3 , SO_4 dan lain-lain. Oksidasi ini dilakukan oleh aktifitas simbiosis algae dan bakteri. Oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi pada lapisan aerob diperoleh melalui reaerasi pada permukaan air tetapi sebagian besar diperoleh dari hasil fotosintesis alga yang tumbuh secara alami pada kolam jika terdapat sinar matahari dan nutrien yang cukup (Kataraman, 1969).

2.7. Kajian Pemanfaatan *Scenedesmus* sp sebagai Penyerap Limbah

Menurut Irianto (2011) *Scenedesmus* sp dapat menurunkan unsur logam berbahaya seperti kromium (Cr) dan tembaga (Cu) disebabkan oleh kemampuan mikroalga laut *Scenedesmus* sp. yang dapat mengikat logam tersebut pada permukaan

dinding selnya. Hal tersebut menjadikan mikroalga *Scenedesmus* sp. dapat berperan sebagai biofilter.

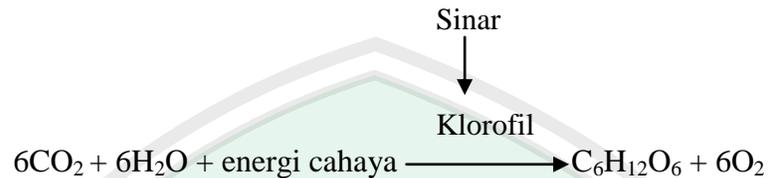
Menurut penelitian Monteiro (2009) menyatakan bahwa *Scenedesmus obliquus* dapat mengurangi kandungan cadmium (Cd) pada limbah industri, karena kemampuannya untuk menghilangkan cadmium tersebut, baik oleh adsorpsi ke permukaan sel atau dengan penggabungan ke dalam sel sendiri. Hal tersebut menggambarkan bahwa *Scenedesmus obliquus* dapat berpotensi dalam pengolahan air limbah.

2.8. Mekanisme Penyerapan Limbah Cair Tapioka

Mikroalga merupakan organisme utama yang berperan dalam proses pembuangan limbah organik dan nutrisi dalam air limbah. Bakteri menguraikan bahan organik menjadi molekul atau ion yang siap diserap oleh mikroalga. Proses penyerapan molekul yang bersimbiosis dengan mikroalga akan memacu bakteri untuk mempercepat proses penguraian bahan organik. Limbah cair tapioka organik akan mengalami degradasi dan dekomposisi oleh bakteri aerob (menggunakan oksigen dalam air), sehingga lama kelamaan oksigen yang terlarut dalam air akan sangat berkurang. Dalam kondisi berkurangnya oksigen tersebut hanya spesies organisme tertentu saja yang dapat hidup (Darmono, 2001).

Proses penguraian bahan organik oleh mikroorganisme dapat berlangsung karena adanya nutrisi dalam air limbah dan mengandung O_2 terlarut dari hasil

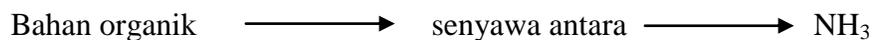
fotosintesis mikroalga (Sitaresmi, 2012). Reaksi fotosintesis tersebut dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 2.5 Bagan Aliran Proses Fotosintesis (Arief, 1989)

Penguraian bahan organik melalui proses amonifikasi, dilakukan oleh tumbuhan, hewan dan mikroorganisme. Pada lingkungan asam atau netral, NH_3 ada dalam bentuk ion NH_4^+ . Pada lingkungan basa, NH_3 akan dilepas ke atmosfer. Ion NH_4^+ merupakan bentuk N yang dapat digunakan oleh berbagai organisme termasuk mikroorganisme (Sitaresmi, 2002). Menurut Sitaresmi (2002). Amonifikasi adalah tersedianya senyawa amoniak (NH_3) dalam tanah sebagai hasil penguraian bahan organik, misalnya :

1. Bahan organik (sisa tanaman dan hewan dalam berbagai taraf penguraian) oleh penguraian makrofauna dan mikroba tanah menjadi senyawa, senyawa antara (asam amino (R-NH_2) melepaskan NH_3^- (amonia). Atau dalam singkatannya :



Amoniak yang terlepas ini, selanjutnya bereaksi dengan air atau asam organik tanah dan membentuk ion ammonium (NH_3).

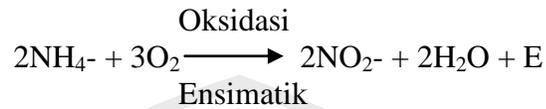
2. Pelepasan amonia dari penguraian bahan organik ini dilakukan oleh berbagai jenis mikroba tanah, terutama bakteri-bakteri, cendawan, anti aktinomisit.

Sebagian besar mikroalga menyerap nitrogen sebagai ion nitrat (NO_3^-) karena ion amonium (NH_4^-) mudah teroksidasi menjadi NO_3^- oleh bakteri nitrifikasi. Nitrat tersebut diangkut ke bagian tubuh mikroalga. Tetapi hanya terdapat sedikit nitrat, sedikit amonium/amonia, dan banyak N dalam bentuk senyawa organik. Jadi nitrogen dalam bentuk nitrat tidak segera digunakan oleh mikroalga, nitrat mula-mula harus direduksi terlebih dahulu menjadi amonium atau amonia dan kemudian diubah menjadi senyawa N organik (Sastramihardja dan Siregar, 1990).

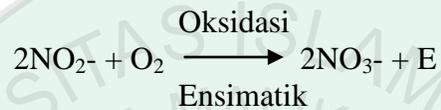
Langkah pertama pada reduksi nitrat adalah perubahan nitrat (NO_3^-) menjadi nitrit (NO_2^-) oleh enzim nitrat reduktase. Selanjutnya nitrit diubah menjadi hiponitrit (HNO) oleh enzim nitrit reduktase. HNO segera diubah menjadi hidroksilamin (NH_2OH) oleh hiponitrit reduktase. Kemudian hidroksilamin reduktase diubah menjadi amonium/amonia. Hiponitrit dan hidroksilamin beracun sekali sehingga tidak mungkin terdapat bebas di dalam sel sebagai komponen jalur metabolisme. Karenanya segera diubah menjadi senyawa lain (Sastramihardja dan Siregar, 1990).

Nitrifikasi adalah pemberian oksigen pada amonia untuk diubah menjadi nitrat dan nitrit oleh mikroorganisme (Sugiharto, 1987). Proses nitrifikasi dibutuhkan dalam pengolahan limbah cair tapioka adalah selain untuk mengurangi jumlah amonia dalam limbah cair tahu juga untuk mengurangi penyebab terjadinya proses eutrofikasi. Menurut (Darjamuni, 2003), reaksi dari proses nitrifikasi dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Tahap pertama (nitrisasi)



2. Tahap kedua (nitrisasi)



Denitrifikasi adalah proses penguraian nitrat menjadi gas nitrogen bebas (N_2) atau nitrogen oksida (NO_2) (Sugiharto, 1987). Pada proses denitrifikasi dibutuhkan bahan organik sebagai sumber karbon. Selama proses denitrifikasi akan dihasilkan ion OH^+ yang menyebabkan kenaikan pH. Bahan organik tersebut diuraikan oleh mikroorganisme menjadi bentuk senyawa atau ion yang diserap oleh mikroalga.

2.9. Pencemaran Lingkungan Dalam Pandangan Islam

Al-Qur'an mengajarkan tentang pelestarian, konversi, dan pemeliharaan lingkungan hidup, disisi lain pencemaran, perusakan bahkan berbagai penajahan terhadap lingkungan itu sendiri semakin merajalela. Berbagai pencemaran seakan telah menjadi fenomena yang tidak tertinggal. Padahal, Allah SWT telah banyak memperingatkan makhluk-Nya lewat kisah-kisah, ungkapan, peringatan, bahkan teguran dalam Al-Qur'an untuk tidak membuat kerusakan di muka bumi ini (*walaa tufsidu fii al ardt*). Al-Qur'an sangat jelas dan tegas mengajarkan manusia untuk menjaga keseimbangan alam ini. Makna keseimbangan yang diciptakan Allah berupa

lingkungan yang bermanfaat bagi kehidupan dengan menghindari upaya perusakan dimuka bumi. Tentang larangan merusak lingkungan serta menjaga kelestarian dan keseimbangan alam ini, Allah SWT berfirman dalam Al-Qhashash : 77

وَأَبْتِغِ فِي مِمَّا آتَاكَ اللَّهُ الدَّارَ الْآخِرَةَ وَلَا تَنْسَ نَصِيبَكَ مِنَ الدُّنْيَا وَأَحْسِنَ
كَمَا أَحْسَنَ اللَّهُ إِلَيْكَ وَلَا تَبْغِ الْفُسَادَ فِي الْأَرْضِ إِنَّ اللَّهَ لَا يُحِبُّ

الْمُفْسِدِينَ ﴿٧٧﴾

Artinya : *Dan carilah pada apa yang telah dianugerahkan Allah kepadamu (kebahagiaan) negeri akhirat, dan janganlah kamu melupakan bahagianmu dari (kenikmatan) duniawi dan berbuat baiklah (kepada orang lain) sebagaimana Allah telah berbuat baik, kepadamu, dan janganlah kamu berbuat kerusakan di (muka) bumi. Sesungguhnya Allah tidak menyukai orang-orang yang berbuat kerusakan.*

Menurut Al-Qaradhawi (2002) tidak ada sesuatupun yang rusak, tercemar atau hilang keseimbangannya sebagaimana penciptaan awalnya. Akan tetapi datangnya kerusakan, pencemaran dan perusakan lingkungan adalah hasil perbuatan tangan manusia semata yang secara sengaja berusaha untuk mengubah fitrah Allah pada lingkungan, dan mengubah ciptaan-Nya pada kehidupan dan diri manusia. Selain itu Allah SWT juga berfirman dalam surat Al-A'raf ayat 56 yang berbunyi:

وَلَا تُفْسِدُوا فِي الْأَرْضِ بَعْدَ إِصْلَاحِهَا وَادْعُوهُ خَوْفًا وَطَمَعًا إِنَّ رَحْمَتَ
اللَّهِ قَرِيبٌ مِّنَ الْمُحْسِنِينَ ﴿٥٦﴾

Artinya: *“Dan janganlah kamu membuat kerusakan di muka bumi, sesudah (Allah) memperbaikinya dan berdoalah kepada-Nya dengan rasa takut (tidak akan diterima)*

dan harapan (akan dikabulkan). Sesungguhnya rahmat Allah amat dekat kepada orang-orang yang berbuat baik”.

Larangan pada ayat di atas adalah larangan untuk berbuat kerusakan di atas bumi. Kerusakan yang dimaksud adalah berhubungan dengan berbagai bentuk kerusakan, seperti pembunuhan, perusakan keturunan, akal, dan agama. Sedangkan yang dimaksud dengan kata ”Ba’da Islahiha” adalah setelah Allah memperbaiki penciptaannya sesuai dengan peruntukannya bagi kemanfaatan makhluk dan kemaslahatan orang-orang mukallaf (Hayyan, 2005) .

Hal di atas senada dengan penafsiran yang disampaikan oleh Syihabuddin (2002) bahwa Allah melarang berbagai bentuk kerusakan seperti merusak jiwa (pembunuhan), harta, keturunan, akal dan agama setelah Allah memperbaiki semuanya dan menciptakannya untuk dimanfaatkan oleh makhluk serta untuk kemaslahatan orang-orang mukallaf dengan cara Allah mengutus seorang rasul di atas bumi dengan membawa syari’at dan hukum-hukum Allah.

Abu al-Fida (1999) mengatakan, firman Allah swt. mengandung pengertian bahwa Allah swt. melarang kepada hambanya berbuat kerusakan di atas bumi dan berbuat apa yang dapat merugikannya setelah adanya perbaikan. Karena sesungguhnya jika segala sesuatu berjalan di atas kebaikan, kemudian terjadi sebuah kerusakan maka akan menjadikan sebuah kerugian bagi manusia. Allah SWT telah menggambarkan bencana ini di dalam Al-Qur’an surat Ar-Ruum ayat 41 :

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ
الَّذِي عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ ﴿٤١﴾

Artinya “Telah nampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia, supaya Allah merasakan kepada mereka sebagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar)” (QS.ar-Rum: 41).

Kata “zhahara” pada mulanya berarti terjadinya sesuatu di permukaan bumi. Sehingga menjadi nampak dan terang serta diketahui dengan jelas. Kata “fasad” menurut al-Ashfahani adalah keluarnya sesuatu dari keseimbangan, baik sedikit maupun banyak. Beberapa ulama kontemporer memahaminya dalam arti kerusakan lingkungan, karena ayat di atas mengaitkan fasad tersebut dengan kata darat dan laut (Shihab, 2002).

Sayyid Quthb dalam tafsirnya menjelaskan keterkaitan kondisi-kondisi kehidupan dengan usaha mereka, juga menjelaskan bahwa kerusakan hati manusia serta akidah lautan. Tampilnya kerusakan seperti itu, takkan terjadi tanpa adanya sebab. Ia merupakan hasil dari hukum-hukum Allah serta pengaturan-Nya. Kerusakan di bumi bermula ketika Qabil membunuh saudaranya, Habil. Hal ini menunjukkan kedengkian, iri hati dan dorongan-dorongan nafsu lainnya bisa menimbulkan kerusakan di bumi (Quthb, 2002).

Menurut tafsir Ibnu Katsir adalah telah tampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan oleh tangan manusia. Sesungguhnya kekurangan tanaman pangan dan buah-buahan itu disebabkan oleh aneka kemaksiatan. Abu Aliyah berkata, “barang siapa yang durhaka pada Allah dimuka bumi ini, berarti dia berbuat kerusakan

dibumi, hal itu karena kedamaian bumi dan langit adalah dengan ketaatan”. Dan Allah menguji manusia dengan kekurangan kekayaan diri, dan buah-buahan. Ujian ini merupakan cobaan dan balasan atas perbuatan mereka. Agar mereka kembali kejalan yang lurus (Ar-Rifa’i, 2000).

Islam berbicara mengenai hidup dan kehidupan secara umum dan mendasar yang meliputi alam semesta dan hari akhir atau hari depan yang berkepanjangan bagi alam raya tersebut. Untuk itu pemahaman masalah lingkungan hidup (fiqh al-bi’ah) dan penanganannya (penyelamatan dan pelestarian) perlu diletakkan diatas suatu fondasi moral untuk mendukung segala upaya yang sudah dilakukan dan dibina. Karena menjaga, melestarikan alam dan lingkungan merupakan sebuah kewajiban dan bernilai ibadah, karena itu semua bertujuan untuk kelangsungan hidup dan untuk kemakmuran manusia itu sendiri (KMENLH dan PBNU, 2011).

Dari pengertian ayat-ayat tersebut diatas menunjukkan bahwa islam sangat memperhatikan lingkungan, konsep islam sangat jelas dalam hal memelihara lingkungan adalah kewajiban yang bernilai ibadah, dan sudah banyak konsep yang menerangkan tentang hal tersebut, kini saatnya umat islam mengamalkan atau mempraktekkan konsep-konsep tersebut (KEMNLH dan PBNU, 2011)

Kerusakan lingkungan yang terjadi saat ini sudah sangat memprihatinkan bahkan di beberapa tempat sudah sampai membahayakan kesehatan manusia, misalnya terjadinya pencemaran air, tanah dan udara, banjir, tanah longsor, kekeringan, wabah demam berdarah dan lain lain, yang selain disebabkan oleh faktor alam, juga disebabkan oleh berbagai aktivitas manusia, seperti kegiatan industri,

transportasi, pertambangan, dan aktivitas rumah tangga, serta masih kurangnya kepedulian manusia pada lingkungannya. Hal tersebut berdampak terhadap meningkatnya kerusakan lingkungan, menurunnya kualitas lingkungan serta menjadi penyebab utama terjadinya pemanasan global (KMENLH dan PBNU, 2011).

