

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Biologi Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*)

2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*)

Ikan nila (*Oreochromis niloticus*) merupakan spesies ikan air tawar yang awal mulanya berasal dari perairan tawar di Afrika. Di Asia penyebaran ikan nila pada mulanya berpusat di beberapa negara seperti Filipina dan Cina. Perkembangan selanjutnya, ikan nila meluas dibudidayakan di berbagai negara, antara lain Taiwan, Thailand, Vietnam, Bangladesh, dan Indonesia. Pengembangan ikan nila di perairan tawar di Indonesia dimulai tahun 1969. Jenis atau strain ikan nila yang pertama kali didatangkan ke Indonesia adalah nila hitam asal Taiwan. Tahun 1981 didatangkan lagi jenis atau strain ikan nila merah hibrida. Kedua jenis ikan nila ini telah meluas dibudidayakan di seluruh wilayah perairan nusantara (Rukmana, 1997).

Menurut Rustidja (1996) klasifikasi ikan nila (*Oreochromis niloticus*) adalah sebagai berikut:

Phylum	: Vertebrata
Class	: Pisces
Sub Class	: Teleostei
Ordo	: Percomorphii
Sub ordo	: Percoides
Family	: Cichilidae
Genus	: <i>Oreochromis</i>
Spesies	: <i>Oreochromis niloticus</i>

Morfologi ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dapat dilihat pada Gambar 1 dibawah ini.



Gambar 1. *Oreochromis niloticus* (Google images, 2016)

Menurut Elyana (2011) menjelaskan bahwa berdasarkan morfologinya bentuk tubuh ikan nila memanjang dan ramping dengan sisik berukuran besar berbentuk ctenoid. Bentuk matanya besar dan menonjol serta bagian tepi berwarna putih. Gurat sisi (*linea lateralis*) terputus dibagian tengah tubuh kemudian berlanjut lagi, tetapi letaknya lebih ke bawah dibandingkan letak garis yang memanjang di atas sirip dada. Jumlah sisik pada gurat sisi 34 buah. Sirip punggung, sirip perut, dan sirip duburnya memiliki jari-jari lemah tetapi keras dan tajam seperti duri. Sirip punggung dan sirip dada berwarna hitam, sedangkan pinggir punggung berwarna abu-abu atau hitam. Rudhiyufa (2011) menambahkan bahwa ikan nila memiliki warna tubuh kehitaman atau keabuan, dengan beberapa garis gelap melintang (belang). Ikan nila memiliki tipe sirip ekor homoserkal.

Ikan nila mempunyai rumus sirip D XV, 10; C II, 15; V I, 16 yang artinya sirip dorsal terdiri dari 15 tulang keras dan 10 tulang lunak, sirip ekor terdiri dari 2 tulang keras dan 15 tulang lunak, dan sirip ventral terdiri dari 1 tulang keras dan 16 tulang lunak. Pada sirip ekor terdapat garis tegak yang hampir seluruhnya berwarna hitam, sirip dada, sirip perut, sirip ekor dan ujung sirip punggung serta

tenggorok berwarna merah ketika masa reproduksi (warna merah ini agak kurang pada betina). Ikan ini juga mempunyai 2 lubang hidung dan mulut mengarah ke atas (Kottelat and Whitten, 1993).

Berdasarkan alat kelaminnya, ikan nila jantan memiliki ukuran sisik yang lebih besar daripada ikan Nila betina. Alat kelamin ikan nila jantan berupa tonjolan agak runcing yang berfungsi sebagai muara urin dan saluran sperma yang terletak di depan anus. Jika diurut, perut ikan nila jantan akan mengeluarkan cairan bening (cairan sperma) terutama pada saat musim pemijahan. Sementara itu, ikan nila betina mempunyai lubang genital terpisah dengan lubang saluran urin yang terletak di depan anus. Bentuk hidung dan rahang belakang ikan nila jantan melebar dan berwarna biru muda. Pada ikan betina, bentuk hidung dan rahang belakang agak lancip dan berwarna kuning terang. Sirip punggung dan sirip ekor ikan nila jantan berupa garis putus-putus. Sementara itu, pada ikan nila betina, garisnya berlanjut (tidak putus) dan melingkar (Amirudin, 2012).

2.1.2 Ekologi dan Kebiasaan Makan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*)

Menurut Khairuman dan Amri (2013), habitat hidup ikan nila beragam, mulai dari sungai, danau, waduk, rawa, sawah, kolam, hingga tambak. Mereka dapat tumbuh normal pada kisaran suhu 14 – 38°C. Untuk pertumbuhan dan perkembangbiakannya yaitu pada kisaran suhu 25 – 30°C. Ikan nila akan mengalami kematian pada suhu 6°C atau 42°C. Rukamana (1997) menjelaskan bahwa lingkungan tumbuh (habitat) yang paling ideal untuk ikan nila adalah perairan tawar yang memiliki suhu antara 14 – 38°C atau suhu optimal 25 – 30°C, pH optimal untuk perkembangbiakan dan pertumbuhan ikan ini adalah 7 – 8. Ikan nila memiliki toleransi tinggi terhadap perubahan lingkungan.

Ikan nila dilaporkan sebagai pemakan segala (omnivora), pemakan plankton, sampai pemakan aneka tumbuhan sehingga ikan ini diperkirakan dapat dimanfaatkan sebagai pengendali gulma air (Elyana, 2011). Ketika masih benih, makanan yang disukai ikan nila adalah zooplankton (plankton hewani), seperti *Rotifera* sp., *Moina* sp. atau *Daphnia* sp. Selain itu, ikan nila memakan alga atau lumut yang menempel pada benda-benda di habitat hidupnya. Ikan nila dewasa ataupun induk pada umumnya mencari makanan di perairan yang lebih dalam. Jenis makanan yang disukai ikan nila dewasa adalah fitoplankton, seperti alga berfilamen, tumbuh-tumbuhan air, dan organisme renik yang melayang-layang dalam air (Amirudin, 2012). Menurut kebiasaan tempat makan, ikan nila termasuk jenis *floating feeder* yaitu pemakan di permukaan air, terkadang juga bersifat *bottom feeder* yaitu pemakan di dasar perairan. Ikan nila termasuk ikan yang aktif, bergerak cepat ketika diberi pakan tambahan (Suyanto, 2006 dalam Radhiyufa, 2011).

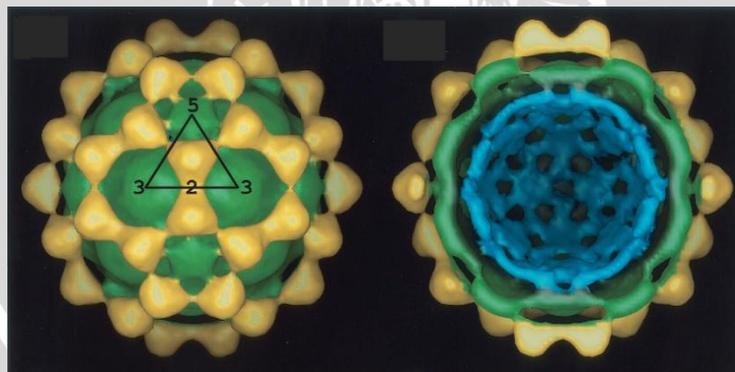
Menurut Jihulya (2014), fitoplankton yang ditemukan pada lambung ikan nila selama pengamatan ada 5 kelas yaitu Chlorophyceae, Cyanophyceae, Bacillariophyceae, Dinophyceae dan Euglenophyceae. Chlorophyceae ditemukan paling banyak dimana ditemukan 40 spesies (40%), Bacillariophyceae 35 spesies (35%), Cyanophyceae 23 spesies (23%) namun jumlah Cyanophyceae lebih banyak dibandingkan kelas lainnya. Euglenophyceae dan Dinophyceae dengan presentasi 1%. Menurut Njiru *et al.*, (2004), berdasarkan penelitian yang dilakukan terhadap lambung ikan nila bahwa ditemukan serangga, *Povilla adusta*, *Tricoptera*, *Odonata*, *Chironomid*, *Haplochromines*, *Cladocera*, *Copepoda*, algae, detritus, *Caridina nilotica*, *Oligochaeta*, dan *Bivalvea*.

2.2 Klasifikasi, Morfologi dan Karakteristik *Viral Nervous Necrosis* (VNN)

Menurut Chi *et al.* (2001), klasifikasi dari *Viral Nervous Necrosis* (VNN) sebagai berikut:

Kingdom	: Virus
Divisio	: RNA Virus
Class	: Single standard (+) RNA Virus
Family	: Nodaviridae
Genus	: Betanodavirus
Spesies	: <i>Viral Nervous Necrosis</i>

Menurut Prajitno (2008), penyakit *Viral Encephalopathy and Retinopathy* (VER) atau lebih dikenal *Viral Nervous Necrosis* (VNN) disebabkan oleh Nodavirus yang termasuk golongan virus RNA, berbentuk *icosahedral* tanpa envelop berdiameter 25 – 30 nanometer (nm). Penyakit ini merupakan permasalahan serius pada budidaya ikan laut terutama ikan kerapu dan kakap karena dapat menyebabkan kematian 50 – 100% pada larva umur 10 – 20 hari. Morfologi virus family Nodaviridae dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Nodaviridae (Tang *et al.*, 2002)

Menurut Nakai (2009) betanodavirus merupakan golongan virus yang tidak memiliki envelop dan berbentuk bola dengan ukuran diameter yaitu 25 – 30 nm. Genom terdiri dari dua molekul RNA positif-sense. RNA 1 memiliki ukuran 31

kb yang berperan untuk mengkode replikasi. Sedangkan RNA 2 memiliki ukuran 1,4 kb yang berperan untuk mengkode protein selubung. Tang *et al.*, (2002), menambahkan bahwa virus dengan family *nodaviridae* memiliki bentuk icosahedral asimetrik dengan bagian luar berbentuk segitiga.

Menurut Nishizawa *et al.*, (1995), betanodavirus diklasifikasikan menjadi empat genotip utama yaitu *Striped Jack Nervous Necrosis Virus* (SJNNV), *Tiger Puffer Nervous Necrosis Virus* (TPNNV), *Barfin Flounder Nervous Necrosis Virus* (BFNNV), dan *Redspotted Grouper Nervous Necrosis Virus* (RGNNV). Bigarre *et al.* (2009), menjelaskan bahwa RNA 1 memberikan informasi adanya hubungan genetik antara *Oreochromis sp.*, *sea bass*, dan *Redspotted Grouper Nervous Necrosis Virus* (RGGNV). Penelitian lain menjelaskan bahwa *nodaviruses* membawa RNA 2 terkait dengan RGNNV dan RNA 1 berhubungan dengan *Striped Jack Nervous Necrosis Virus* (SJNNV).

2.3 Gejala Ikan yang Terinfeksi *Viral Nervous Necrosis* (VNN)

Menurut Prajitno (2008), diagnosa gejala 1 berdasarkan gejala klinis. ikan yang terserang vnn menunjukkan gejala gangguan sistem saraf seperti berenang tidak beraturan dan berputar dan terbalik (*whirling*), warna ikan menjadi lebih gelap pada ikan kerapu dan lebih terang pada ikan kakap, kurus, luka, gelembung renang mengembung dan mata mengalami kebutaan. Biasanya ikan yang terserang VNN menunjukkan salah satu atau gabungan dari beberapa gejala klinis tersebut diatas, tetapi kadang-kadang tidak menunjukkan gejala klinis sama sekali. Tingkat keganasan (virulensi) dan serangan kematian karena VNN tergantung pada umur ikan dan ikan kecil biasanya lebih rentan dengan tingkat kematian lebih tinggi dibandingkan ikan besar. Oleh karena itu larva ikan harus diuji terhadap VNN sebelum dilalu lintaskan atau ditebar di karamba. Diagnosa level 2 berdasarkan hispatologis. Kerusakan jaringan yang khas

karena serangan VNN adalah vakuolisasi di retina mata dan sistem saraf. Diagnosa level 3, berbasis biologi molekuler dan isolasi virus. Isolasi virus dilakukan antara lain: dengan kultur sel SSN-1 (*striped snakehead*) atau teknik *Reverse Transcription-Polymerase Chain Reaction* (RT-PCR).

Penyakit ini kebanyakan terjadi pada tahap perkembangan awal ikan yaitu larva dan juvenil. Gejala klinis tidak ditemukan pada permukaan tubuh ikan atau insang. Biasanya juvenil dan ikan dewasa yang terkena dampak menunjukkan berbagai perilaku berenang yang tidak menentu seperti spiral, berputar, gelembung renang mengembung, namun gejala tersebut tidak ditemukan pada stadia larva yang terinfeksi virus ini. Berdasarkan hasil uji histopatologi, penyakit ini ditandai dengan kerusakan pada sistem saraf pusat (otak, sumsum tulang belakang) dan retina (Nakai *et al.*, 2009).

Gejala ikan yang terserang virus ini berbeda menurut umurnya, pada umur 45 hari sampai 4 bulan akan terlihat ikan berdiam di dasar, berenang terbalik dan berputar-putar, gerakannya lemah dan kadang-kadang menyentak seperti tanpa kendali, serta nafsu makan menurun drastis, biasanya 3 – 5 hari setelah adanya gejala klinis ikan akan mati (Chi *et al.*, 2005). Diagnosis dugaan infeksi VNN dapat dibuat atas dasar penampilan mikroskopis cahaya dari otak, sumsum tulang belakang atau retina. Penyakit ini menyebabkan mortalitas mulai dari 50 hingga 100% dalam tahap larva, tetapi persentase ini berkurang sesuai dengan penambahan usia ikan (Sonida, 2014).

1.4 Penularan *Viral Nervous Necrosis* (VNN)

Sumber air yang berasal dari alam merupakan salah satu penyebab dari infeksi VNN yang terjadi pada suatu populasi ikan budidaya, sementara distribusi benih yang terinfeksi merupakan penyebab umum tersebarnya virus ke dalam suatu lingkungan budidaya (Sonida, 2014). Hal ini sependapat dengan Nakai

(2009), bahwa penularan VNN terjadi melalui dua cara yaitu secara horisontal dan vertikal. Secara horisontal yaitu melalui lingkungan perairan budidaya dan alat-alat budidaya yang terkontaminasi. Secara vertikal, VNN ditularkan melalui induk yang terinfeksi kemudian ditransmisikan ke larva melalui telur yang dibuahi.

Yanong (2010), mengungkapkan bahwa berdasarkan penelitian, betanodavirus menginfeksi beberapa spesies ikan air laut dan beberapa spesies ikan air tawar. Penularan VNN akan semakin mudah menginfeksi ikan apabila sistem imun dari ikan menurun karena tekanan lingkungan ataupun keadaan ikan yang stress. Ikan yang telah berumur tua akan lebih rentan terhadap penyakit ini selama terjadi perubahan suhu perairan. OIE (2013), berpendapat bahwa air merupakan faktor abiotik penting, betanodavirus dapat menyebar dengan mudah selama air yang digunakan untuk kegiatan budidaya terkontaminasi. Penularan virus ini terjadi baik dari satu budidaya ke budidaya lainnya secara langsung melalui air yang digunakan.

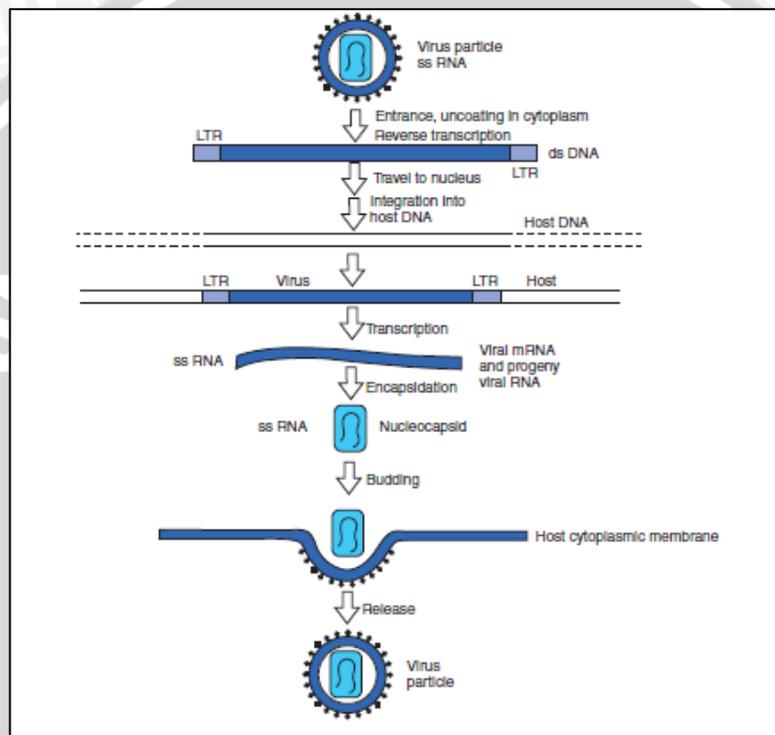
Menurut Wongsa (2005), menjelaskan bahwa VNN pada umumnya ditemukan pada kondisi perairan yang memiliki suhu 25 – 38°C. Pada negara China virus ini menginfeksi ikan kerapu pada musim panas dengan suhu perairan berkisar antara 25 – 32°C. Menurut OIE (2013), suhu merupakan faktor penting dalam penyebaran VNN. Berdasarkan penelitian yang pernah dilakukan bahwa pada suhu yang tinggi, virus ini akan menyebabkan kematian pada ikan kerapu yaitu dengan suhu perairan berkisar 16°C – 28°C. Selain itu, penularan VNN dapat melalui organisme lain yang terkontaminasi dengan virus ini. Hal ini dijelaskan oleh Clarissa dan Joebert (2015), dalam penelitiannya bahwa *Viral Nervous Necrosis* (VNN) dapat ditularkan dari benih, plankton, maupun pakan alami yang terinfeksi.

1.5 Mekanisme Infeksi *Viral Nervous Necrosis* (VNN)

Pada umumnya, proses proliferasi virus terdiri dari enam tahap yaitu pada tahap pertama virus melakukan penempelan atau *attachment* pada permukaan sel inang. Tahap kedua tubuh virus masuk ke dalam sel inang yang disebut dengan tahap penetrasi. Tahap selanjutnya virus berada pada sitoplasma dimana pada tahap ketiga (*uncoating*) ini yaitu virus akan melepaskan kapsid atau *coat* proteinnya dan asam nukleatnya sehingga saling terpisah. Pada tahap keempat merupakan tahap biosintesa dimana pada tahap ini terdiri dari produksi protein-protein struktural virus dan enzim-enzim serta replikasi genom virus. Proses biosintesa dimulai dengan replikasi virus RNA menggunakan enzim *RNA-dependent RNA polymerase* dimana tahap ini terjadi didalam sitoplasma inang. Pada tahap ini juga terjadi pembuatan mRNA yang selanjutnya mRNA akan ditranslasikan untuk membuat protein-protein struktural dan enzim yang dibutuhkan oleh virus. Tahap kelima disebut dengan tahap maturasi dimana pada tahap ini diawali dengan perakitan protein kapsid yang diikuti dengan *packaging* genom virus. Tahap keenam yaitu *release* atau pelepasan dimana pada tahap ini virus melepaskan diri dari sel inang melalui membran plasma dan kemudian sel inang akan mati (Lucianus, 2003). Tahapan virus dalam menginfeksi inang dapat dilihat pada Gambar 3.

Viral Nervous Necrosis (VNN) dapat menginfeksi ikan melalui tiga cara yaitu melalui sel-sel epitelia saluran pencernaan, melalui axon yang ada di permukaan sel dan melalui peredaran darah. Infeksi VNN melalui saluran pencernaan yaitu virus yang ada di air masuk ke dalam tubuh ikan melalui kontak dengan permukaan tubuh (lendir, sirip, dan otot) termasuk melalui oral sehingga akan dapat menginfeksi sel-sel epitelia saluran pencernaan. Virus yang masuk melalui permukaan tubuh dapat langsung bereplikasi di epitel permukaan saluran pencernaan dan masuk ke dalam sistem saraf pusat melalui sistem saraf perifer.

Sedangkan ikan yang diinfeksi oleh VNN melalui injeksi intra muskular menunjukkan bahwa virus bereplikasi didalam sitoplasma atau nukleus serabut otot skelet. Selanjutnya menyebar dan bereplikasi di sistem saraf perifer kemudian virus akan masuk kedalam sistem saraf pusat (Korsnes, 2008). Masuknya *Viral Nervous Nerosis* (VNN) dapa melalui makanan alami yang terkontaminasi kemudian masuk kedalam saluran pencernaan (Chi *et al.*, 2003).



Gambar 3. Tahapan virus RNA menginfeksi sel inang (Roberts, 2012)

1.6 *Polymerase Chain Reaction* (PCR)

Polymerase Chain Reacton (PCR) adalah suatu teknik sintesis dan amplifikasi DNA secara *in vitro*. Teknik ini pertama kali dikembangkan oleh Karry Mullis pada tahun 1985. Teknik PCR dapat digunakan untuk mengamplifikasi segmen DNA dalam jumlah jutaan kali hanya dalam beberapa jam (Handoyo dan Rudiretna, 2001). PCR memiliki beberapa keuntungan yaitu memberikan sensitivitas karena dari jumlah materi genetik yang kecil dapat dideteksi rangkaian target pada sampel. Keuntungan kedua dari PCR yaitu kekhususan

dari rangkaian DNA spesifik yang dijelaskan melalui kondisi yang tepat. PCR dianggap sebagai teknik yang cepat dibandingkan dengan metode lain untuk mendeteksi mikroorganisme seperti bakteri, fungi atau virus yang mana diperlukan isolasi dan kultur menggunakan media kultur atau barisan sel. Keuntungan yang terakhir yaitu kejeniusan pada rangkaian genetik dari bermacam-macam mikroorganisme yang dapat diidentifikasi dengan kondisi reaksi yang sama untuk mendiagnosis patologi berbeda (Louie *et al.*, 2000).

Menurut Kusuma (2010), bahwa PCR merupakan suatu teknik amplifikasi DNA secara *in vitro* yang mampu mengamplifikasi segmen tertentu dari keseluruhan genom bakteri. Proses amplifikasi PCR melibatkan variasi suhu yang mendekati suhu didih air, jadi diperlukan enzim polimerase yang tetap stabil dalam temperatur yang tinggi. Pada proses PCR, enzim polimerase yang digunakan berasal dari bakteri *Thermus aquaticus* (Taq) yang hidup di lingkungan bersuhu lebih dari 90°C.

Pemeriksaan virus dapat dilakukan dengan teknik PCR (*Polymerase Chain Reaction*). Sampel yang digunakan untuk pemeriksaan virus disimpan dalam alkohol 70% (untuk virus DNA) atau Alkohol 80% + Glycerin 20% (untuk virus RNA) dan disimpan dalam *refrigerator*. Pemeriksaan *Viral Nervous Necrosis* (VNN) organ yang dianalisis yaitu mata, otak dan otot tubuh. Teknik PCR untuk virus DNA terdiri dari 3 proses yaitu ekstraksi DNA virus, amplifikasi DNA dan deteksi DNA dengan menggunakan elektroforesis. Sedangkan untuk virus RNA, ekstraksi RNA merupakan transkripsi ke DNA sebelum amplifikasi (Syarif, 2013).

2.7 Kualitas Air

Lingkungan perairan merupakan salah satu hal yang perlu diperhatikan dalam kegiatan budidaya. Lingkungan yang baik adalah lingkungan perairan yang mampu menyediakan kondisi fisika, kimia, dan biologi yang optimal.

Parameter kualitas air yang dianalisis yaitu meliputi parameter fisika, kimia, dan biologi. Parameter fisika yang diukur yaitu suhu dan kecerahan. Parameter kimia yang diukur yaitu pH, nitrat (NO_3), orthofosfat (PO_4), karbondioksida (CO_2), oksigen terlarut (DO), dan *Total Organic Matter* (TOM). Sedangkan parameter biologi yang diukur yaitu plankton baik fitoplankton maupun zooplankton.

2.7.1 Parameter Fisika

a. Suhu

Suhu mempengaruhi aktivitas metabolisme organisme. Secara umum laju pertumbuhan meningkat sejalan dengan kenaikan suhu, adanya kenaikan suhu dapat menekan kehidupan organisme budidaya bahkan menyebabkan kematian apabila peningkatan suhu sampai drastis. Kisaran suhu optimal bagi kehidupan ikan di perairan tropis adalah antara $28 - 32^\circ\text{C}$ (Kordi dan Tancung, 2010). Sedangkan suhu yang optimum bagi pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan nila yaitu berkisar antara $28 - 32^\circ\text{C}$ (Yanti, 2013).

Suhu mempengaruhi daya larut gas-gas yang diperlukan untuk fotosintesis seperti CO_2 dan O_2 . Gas-gas ini mudah terlarut pada suhu rendah daripada suhu tinggi akibatnya kecepatan fotosintesis ditingkatkan oleh suhu rendah (Armita, 2011). Suhu sangat mempengaruhi nafsu makan ikan sehingga berpengaruh terhadap metabolisme pertumbuhan. Kenaikan suhu yang masih dapat diterima ikan akan diikuti kenaikan derajat metabolisme dan selanjutnya kebutuhan oksigen akan naik (Radhiyufa, 2011).

Betanodavirus dapat menginfeksi pada daerah beriklim tropis, sub-tropis, atau pada daerah bersuhu dingin. Suhu optimal untuk betanodavirus bervariasi tergantung pada strain virus dan spesies ikan. Suhu optimal untuk SJNNV adalah berkisar $20 - 25^\circ\text{C}$, untuk BFNNV berkisar $15 - 20^\circ\text{C}$, dan untuk TPNNV berkisar 20°C . Sedangkan untuk RGNNV, suhu berkisar $25 - 30^\circ\text{C}$ (Hata *et al.*, 2007

dalam Yanong, 2010), dengan pertumbuhan dalam kultur sel optimal pada 25 °C (Ciulli *et al.*, 2006 dalam Yanong, 2010).

b. Kecerahan

Kecerahan merupakan ukuran transpaansi perairan yang ditemukan secara visual dengan menggunakan *secchi disk*. Nilai kecerahan dinyatakan dalam satuan meter. Nilai ini sangat dipengaruhi oleh keadaan cuaca, waktu pengukuran, kekeruhan, dan padatan tersuspensi, serta ketelitian orang yang melakukan pengukuran. Pengukuran kecerahan sebaiknya dilakukan pada saat cuaca cerah (Effendi, 2003). Kecerahan yang baik bagi usaha budidaya ikan dan udang berkisar antara 30 – 40 cm. Apabila kecerahan sudah mencapai kedalaman kurang dari 25 cm, maka pergantian air sebaiknya segera dilakukan sebelum fitoplankton mati berurutan diikuti penurunan oksigen terlarut secara drastis (Kordi dan Tancung, 2010).

Kecerahan air bisa digunakan untuk mengetahui kepadatan plankton di perairan. Tingkat kecerahan yang baik untuk ikan budidaya yaitu 60 – 100 cm dimana cahaya matahari masih bisa menembus (Ciptanto, 2010). Nilai kecerahan dipengaruhi oleh partikel seperti lumpur, bahan organik, sampah atau plankton. Kekeruhan yang disebabkan adanya plankton dianggap baik karena kaya akan makanan alami (Khairuman dan Amri, 2013). Kisaran kecerahan untuk budidaya ikan nila yaitu berkisar antara 20 – 35 cm (Mas'ud, 2014).

2.7.2 Parameter Kimia

a. pH

Derajat keasaman lebih dikenal dengan istilah pH. pH (singkatan dari *puissance negatif de H*), yaitu logaritma dari kepekatan ion-ion H (hidrogen) yang terlepas dalam suatu cairan. Derajat keasaman atau pH air menunjukkan aktivitas ion hidrogen dalam larutan tersebut dan dinyatakan sebagai konsentrasi

ion hidrogen (dalam mol per liter) pada suhu tertentu (Kordi dan Tancung, 2010). Besaran pH berkisar antara 0 – 14, nilai pH kurang dari 7 menunjukkan keadaan lingkungan bersifat masam, sedangkan nilai diatas 7 menunjukkan keadaan lingkungan bersifat basa, untuk pH 7 disebut sebagai netral. Besaran pH berkisar antara 0 – 14, nilai pH kurang dari 7 menunjukkan keadaan lingkungan bersifat masam, sedangkan nilai diatas 7 menunjukkan keadaan lingkungan bersifat basa, untuk pH 7 disebut sebagai netral (Irawan *et al.*, 2009).

Sebagian besar biota akuatik sensitif terhadap perubahan pH dan menyukai nilai pH sekitar 7 – 8,5. Nilai pH sangat mempengaruhi proses biokimiawi perairan, misalnya proses nitrifikasi akan berakhir jika pH rendah (Effendi, 2003). Keasaman (pH) yang tidak optimal dapat menyebabkan ikan stress, mudah terserang penyakit, produktivitas dan pertumbuhan rendah. Ikan nila dapat tumbuh dengan baik pada kisaran pH 6,5 – 9 (Nugroho, 2013). Kisaran pH optimal untuk pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yaitu antara 6,5 – 8,0 (Yanti, 2013).

b. Oksigen Terlarut

Oksigen merupakan salah satu gas yang terlarut dalam perairan. Kadar oksigen yang terlarut di perairan alami bervariasi, tergantung pada suhu, salinitas, turbulensi air, dan tekanan atmosfer. Semakin besar suhu dan ketinggian (*altitude*) serta semakin kecil tekanan atmosfer, kadar oksigen terlarut semakin kecil (Effendi, 2003). Kadar oksigen dalam air akan bertambah dengan semakin rendahnya suhu. Pada lapisan permukaan air, kadar oksigen lebih tinggi karena adanya proses difusi antara air dan udara bebas serta adanya proses foto sintesis. Bertambahnya kedalaman akan terjadi penurunan kadar oksigen terlarut karena proses fotosintesis semakin berkurang dan oksigen yang ada

banyak digunakan untuk pernapasan dan oksidasi bahan-bahan organik dan anorganik (Odum, 1981).

Dissolved Oxygen (DO) atau oksigen terlarut dibutuhkan oleh semua jasad hidup untuk pernapasan, proses metabolisme atau pertukaran zat yang kemudian menghasilkan energi untuk pertumbuhan dan pembiakan. Disamping itu, oksigen juga dibutuhkan untuk oksidasi bahan-bahan organik dan anorganik dalam proses aerobik. Sumber utama oksigen dalam suatu perairan berasal dari suatu proses difusi dari udara bebas dan hasil fotosintesis organisme yang hidup dalam perairan tersebut (Salmin 2005 dalam Dini, 2011).

c. Karbondioksida (CO₂)

Karbondioksida (CO₂) dengan kadar 50 – 100 ppm bersifat racun bagi ikan dan dapat menyebabkan ikan mati. Batas kadar gas CO₂ yang bisa diterima ikan berkisar 5 ppm. Kadar tersebut harus diimbangi dengan kadar oksigen yang cukup tinggi untuk menghindari resiko ikan kekurangan oksigen. Ikan akan menjadi aktif bernapas apabila CO₂ lebih mudah larut dari pada O₂. Hal ini terlihat dari gerakan air di seputar insang (Saman, 2014).

Sutisna dan Sutarmanto (1995), menjelaskan bahwa kepekatan oksigen terlarut dalam air tergantung pada kepekatan karbondioksida yang ada. Konsentrasi karbondioksida yang tinggi dihasilkan dari proses respirasi dan pembongkaran bahan-bahan organik di dasar kolam. Menurut Effendi (2003), karbondioksida yang terdapat di perairan berasal dari berbagai sumber, yaitu sebagai berikut:

- a) Difusi dari atmosfer. Karbondioksida yang terdapat di atmosfer mengalami difusi secara langsung ke dalam air.

- b) Air hujan. Air hujan yang jatuh ke permukaan bumi secara teoritis memiliki kandungan karbondioksida sebesar 0,55 – 0,60 mg/liter, berasal dari karbondioksida yang terdapat di atmosfer.
- c) Air yang melewati tanah organik. Tanah organik yang mengalami dekomposisi mengandung relatif banyak karbondioksida sebagai hasil proses dekomposisi. Karbondioksida hasil dekomposisi ini akan larut ke dalam air.
- d) Respirasi tumbuhan, hewan, dan bakteri aerob maupun anaerob. Respirasi tumbuhan dan hewan mengeluarkan karbondioksida. Dekomposisi bahan organik pada kondisi aerob menghasilkan karbondioksida sebagai salah satu produk akhir. Dekomposisi anaerob karbohidrat pada bagian dasar perairan akan menghasilkan karbondioksida sebagai produk akhir.

d. Nitrat (NO_3)

Nitrat (NO_3) adalah bentuk utama nitrogen di perairan alami dan merupakan nutrisi utama bagi pertumbuhan tanaman dan alga. Nitrat nitrogen sangat mudah larut dalam air dan bersifat stabil. Senyawa ini dihasilkan dari proses oksidasi sempurna senyawa nitrogen di perairan. Nitrat dan amonium adalah sumber utama nitrogen di perairan. Kadar nitrat-nitrogen pada perairan alami hampir tidak pernah lebih dari 0,1 mg/liter. Kadar nitrat lebih dari 5 mg/liter menggambarkan terjadinya pencemaran antropogenik yang berasal dari aktivitas manusia dan kotoran hewan. Kadar nitrat-nitrogen yang lebih dari 0,2 mg/liter dapat mengakibatkan terjadinya eutrofikasi. Nitrat tidak bersifat toksik terhadap organisme akuatik (Effendi, 2003). Keberadaan nitrogen di perairan dapat berupa nitrogen anorganik dan organik. Nitrogen anorganik salah satunya adalah nitrat atau ion nitrat (NO_3^-), sedangkan nitrogen organik berupa protein, asam amino dan urea akan mengendap dalam perairan (Rudhiyufa, 2011).

Nitrat dihasilkan dari adanya konsentrasi amonia nitrogen yang tinggi pada perairan yang secara aerobik diubah menjadi dua bentuk yaitu nitrit dan nitrat. Penggunaan pupuk yang tinggi pada daerah pertanian akan meningkatkan nutrien seperti nitrogen dan fosfor dalam air melalui proses pencucian nutrien (*leaching*). Nitrat, dalam jumlah yang banyak pada air minum dapat menyebabkan penyakit yang dikenal sebagai methemoglobinemia. Nitrat diukur dengan satuan mg/L dan diuji menggunakan bahan-bahan kimia (Ramachandra dan solanki, 2007).

e. Orthofosfat (PO_4)

Menurut Effendi (2003), fosfat merupakan unsur yang esensial bagi tumbuhan dan alga aquatik serta sangat mempengaruhi tingkat produktivitas perairan. Dini (2011), menambahkan bahwa fosfat terjadi secara alami dalam batuan dan deposit mineral lainnya. Selama proses alami pelapukan, batuan secara bertahap mengurai sebagian ion fosfat yang larut dalam air. Fosfat memiliki tiga bentuk yaitu orthofosfat, metaphosfat (atau polifosfat) dan fosfat organik terikat. Bentuk ortofosfat diproduksi oleh proses alam dan ditemukan di limbah, sedangkan bentuk polifosfat digunakan dalam deterjen. Pada perairan, bentuk polifosfat akan berubah menjadi bentuk ortofosfat. Selain itu fosfat berasal dari kotoran manusia dan hewan, limbah industri, dan limpasan pupuk.

Fosfor terdapat diperairan alami dan pada perairan limbah yang serupa dengan fosfat yang mana diklasifikasikan sebagai orthofosfat. Larut dalam air, pada partikel, detritus atau dalam tubuh organisme air. Orthofosfat adalah salah satu bentuk dari fosfat yang secara langsung dimanfaatkan oleh alga. Fosfor adalah senyawa esensial untuk pertumbuhan organisme dan dapat menjadi faktor pembatas bagi produktivitas primer diperairan. Fosfat diukur dengan satuan mg/L

dengan menggunakan metode standart didalam laboratorium (Ramachandra dan solanki, 2007).

f. **Total Organic Matter (TOM)**

Bahan organik pada kolom air terdiri dari fraksi partikel dan terlarut. Komponen organik terlarut lebih mudah untuk mengalami mineralisasi, sementara komponen partikulat akan mengalami sedimentasi. Kondisi perairan waduk yang tergenang memberikan peluang TOM untuk mengendap, sehingga pada dasar waduk akan terjadi akumulasi bahan organik yang cukup tinggi. Tingginya akumulasi bahan organik pada sedimen akan meningkatkan penyerapan oksigen di hipolimnion (Lukman dan Hidayat, 2000).

Tingginya bahan organik akan mempengaruhi kelimpahan organisme, dimana terdapat organisme-organisme tertentu yang tahan terhadap tingginya kandungan bahan organik tersebut, sehingga dominasi oleh spesies tertentu dapat terjadi. *Total Organic Matter (TOM)* menggambarkan kandungan bahan organik total dalam suatu perairan yang terdiri dari bahan organik terlarut, tersuspensi, dan koloid (Perdana *et al.*, 2014).

2.7.3 Parameter Biologi

2.7.3.1 Plankton

Plankton adalah organisme renik yang pada umumnya melayang dalam air, kemampuannya renang sangat lemah sehingga pergerakannya dipengaruhi oleh gerakan air, plankton digolongkan menjadi dua golongan besar yaitu fitoplankton dan zooplankton. Fitoplankton adalah golongan tumbuhan tingkat rendah mikroskopis, sedangkan zooplankton adalah hewan mikroskopis. Selanjutnya dikatakan bahwa berdasar ukuran, plankton dapat dibagi menjadi 5 yaitu megaplankton, makroplankton, mikroplankton, nanoplankton, dan ultraplankton dengan ukuran bervariasi antara 2 mm – 2 µm (Hariyadi *et al.*, 1992).

dalam Utami, 2001). Zooplankton merupakan jasad renik atau organisme air yang memiliki peranan yang besar di dalam rantai makanan. Zooplankton berperan sebagai konsumen pertama yang memakan fitoplankton. Selanjutnya, zooplankton ini dimakan oleh organisme lain yang lebih tinggi tingkatnya seperti ikan (Setijaningsih, 2011).

Fitoplankton merupakan salah satu komponen penting dalam suatu ekosistem karena memiliki kemampuan untuk menyerap langsung energi matahari melalui proses fotosintesa guna membentuk bahan organik dari bahan-bahan anorganik yang dikenal sebagai produktivitas primer (Widyorini, 2009). Fitoplankton merupakan parameter biologi yang dapat dijadikan sebagai indikator untuk mengevaluasi kualitas dan tingkat kesuburan suatu perairan. Selain itu berfungsi sebagai penyumbang oksigen terbesar didalam suatu perairan.

Fitoplankton sebagai indikator biologi yaitu mampu menunjukkan tingkat kestabilan ekologi dan mengevaluasi berbagai bentuk pencemaran. Setiap jenis fitoplankton mengalami reaksi fisiologis dan tingkah laku terhadap perubahan kualitas lingkungan. Keberadaan fitoplankton di perairan juga dipengaruhi oleh faktor fisika, kimia, dan biologi perairan (Rudhiyufa, 2011).

Menurut Sachlan (1982), bahwa plankton dibagi menjadi dua kelompok besar yaitu fitoplankton dan zooplankton. Berdasarkan divisinya fitoplankton menjadi tujuh divisi yaitu Cyanophyta, Chlorophyta, Chrysophyta, Euglenophyta, Pyrophyta, Phaeophyta dan Rhodophyta. Sedangkan zooplankton dibagi atas beberapa kelompok yaitu protozoa, Crustacea, Rotifera, Gastropoda, Insekta, Chordata, Ctenophora dan Chaetagnatha.

