

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Taksonomi Buah Majapahit

Buah majapahit merupakan tanaman dari family *Rutaceae*, yang penyebarannya tumbuh di dataran rendah hingga ketinggian ± 500 m dpl. Tumbuhan ini terdapat di negara Asia Selatan dan Asia Tenggara termasuk di Indonesia. Pohon majapahit mampu tumbuh di lahan basah seperti rawa-rawa maupun di lahan kering dan ekstrim, pada suhu 49°C pada musim kemarau hingga -7°C (Rismayani 2013).

Kingdom	: Plantae (Tumbuhan)
Subkingdom	: Tracheobiota
Divisi	: Tracheophyta
Class	: Magnoliopsida
Sup Class	: Asteranae
Ordo	: Scrophulariales
Family	: Bignoniaceae
Genus	: Crescentia
Species	: <i>Crescentia cujate</i> L.

2.2 Morfologi

Buah majapahit merupakan tanaman perdu, dengan kulit buah berwarna hijau dan memiliki kulit tempurung yang sangat keras. Pohon majapahit dapat tumbuh sampai 20 meter dengan tajuk yang tumbuh menjulang ke atas dan kayunya sangat keras. Perbanyakannya bisa secara genetik (biji) maupun vegetative (cangkok) (Rismaji, 2013). Batang berkayu, bulat, bercabang, berduri, dan berwarna putih kekuningan (Badan POM RI, 2008). Batang berkayu (*lignosus*), berbentuk *silindris*, batang tua kadang melintir satu samalain, berwarna coklat, kotor permukaan kasar (Rismayani, 2013).



Gambar 1. Buah Majapahit (*Crescentia cujateL*) (Anonim ,2011)

Pohon majapahit merupakan pohon pendek yang tumbuh lurus ke atas. Dahan pohon memiliki banyak duri yang tumbuh di ketiak-ketiak daun dengan panjang 2-3 cm. Daunnya berseling dan beranak masing-masing tiga. Daun bertangkai panjang dan beringgit mempunyai titik tembus cahaya

Bunganya berbentuk tandan keluar dari ketiak daun, bergerombol dan kelompok bunga berbentuk segi tiga, berwarna kehijau-hijauan hingga putih. Bunga berwarna putih dan wangi (Surnato,1992). Buah berbentuk seperti buah pir, berwarna kuning kelabu, dan berbau “*per drops*”. Buah biji berukuran 5-10 cm, berbentuk bulat panjang, kulit sangat keras dengan lubang – lubang berisi minyak, banyak mengandung pelengket, dan tembus cahaya dan juga telah keras. Biji melekat pada sudut dalam setiap keeping, panjang, bergelombol rapat dan berbulu. Jika badan di potong akan terdapat getah berwarna putih-kuning (AgroMedia, 2008).

Buahnya berbentuk buni agak bulat dan berwarna hijau, diameter 5-12,5 cm. kulit buah mengayu dan keras, bijinya 6-10 buah berada dalam daging buah yang jernih. Tanaman ini dapat dibudidayakan dari buah maupun dari pematangan akar (Sunarto,1992).

2.3. Habitat

Majapahit merupakan pohon yang meranggas di daerah subtropik. Pohon ini juga tumbuh dilingkungan yang tandus termasuk pada suhu yang

ekstrim yaitu dengan suhu mulai dari 49⁰C pada musim panas dan ±7⁰C pada musim dingin di Punjab, tempat tumbuhnya sampai 1200 m dpl. Di asia tenggara, pohon ini hanya berbunga dan berbuah pada musim kering yang umumnya tidak ditemukan dibawah ketinggian 500m dpl (Sunarto, 2014).

Batangnya berkayu, bulat, bercabang, berduri dan warna putih kekuningan. Daunnya tersebar pada batang muda, berbentuk lonjong dengan ujung dan pangkal runcing, tetapi bergerigi atau berlekuk tidak dalam. Panjang daun 4-13,5 cm, lebar 2-3,5 cm, berwarna hijau. Bungah berupah bungah majemuk, bentuk malai. Daun makhkota lonjong, berwarna hijau dengan panjang 1-1,5 cm. buah berbentuk bola, diameter 5-12 cm, berdaging dan berwarna coklat. Biji berbentuk pipih dan berwarna hitam. Akar tungagng berwarna putih kotor. Badan POM, (2008).

Pohon dengan tinggi 10-15 m. Ranting berduri. Anak daun bulat telur sampai bentuk lanset, meruncing, bergerigi, beringgit tidak dalam, panjang4-13,5 cm. bunga dalam malai atau tandan. Daun makhota 4-5, bulat telur terbalik memanjang, 1-1,5 cm panjang, berdiameter 5-12,5 cm Hariana, Arief (2008)

2.4. Manfaat Majapahit (*Crescentia cujete*)

Beberapa bahan kimia yang terkandung dalam majapahit di antaranya zat lemak dan minyak yang terkandung *linonen*. Daging buah majapahit mengandung substansi semacam minyak balsam, 2-*furocoumarinspsolem*, dan *marmelosin* (C₁₃H₁₂O₃).Buah, akar, dan daun majapahit bersifat antibiotik.

1. Sebagai antibakteri alami

Tanaman majapahit (*Crescentia cujete*) dapat digunakan sebagai anti bakteri alami karena mengandung senyawa *alkoloid* dan *steroid* yang digunakan sebagai obat analgesik, anti plasmodik dan memiliki efek bakteriosidal.

2. Sebagai pupuk cair

Kandungan tanaman ini pernah diteliti di Pusat Pendidikan dan Latihan Nasional Serikat Tani Indonesia di daerah Bogor. Hasil penelitian

tersebut, ternyata buah Majapahit dapat dimanfaatkan sebagai pupuk cair untuk meningkatkan produktifitas tanaman buah dengan cara sebagai berikut : Buah majapahit yang tidak terlalu tua (jangan sampai terlalu tua karena kulitnya akan keras sekali) diambil dagingnya, lalu dihancurkan. Daging buah yang sudah hancur dimasukan ke dalam drum yang sudah terisi dengan campuran air dan urine ternak yang ada di sekitar kita. Setelah dicampur, diaduk lalu ditutup dan diamkan selama seminggu, setelah seminggu, buka kembali drum dan lakukan pengadukan lagi, setelah itu tunggu selama seminggu lagi baru kemudian larutan tersebut bisa diaplikasikan. Untuk pengaplikasian bisa dilihat dari tingkat keenceran, jika larutan cukup pekat maka untuk pengaplikasian bisa diencerkan dengan perbandingan 1: 3 atau 1:5, jika larutan encer bisa langsung diaplikasikan ke tanaman, khususnya untuk tanaman yang menghasilkan buah. Pengaplikasian akan lebih efektif pada saat tanaman berbunga.

3. Sebagai insektisida alami

Kandungan tanaman ini sangat tidak disukai oleh serangga yang bisa menjadi hama tanaman buah sehingga penyemprotan pupuk cair bisa berfungsi juga sebagai pengusir serangga.

4. Sebagai tanaman obat

Di daerah asalnya di Amerika Tengah, tanaman ini biasa digunakan sebagai obat alami untuk beberapa penyakit misalnya penyakit saluran kencing, sakit kepala, sakit gigi, sakit telinga, asma, luka bakar, batuk, demam, menstruasi yang tidak teratur, gangguan prostat. di *Haiti*, *St. Lucia* dan *Mexico*, buah ini di jus untuk mencegah diare. di *Venezuela* digunakan untuk menyembuhkan tumor dan radang. di *Karibia* digunakan sebagai obat penahan rasa sakit, anti radang untuk menyembuhkan trauma. *Kostarika* digunakan sebagai obat pencahar/cuci perut.

2.5. Kandungan Kimia Buah Majapahit (*Crescentia cujete*)

Tumbuhan majapahit (*Crescentia cujete*) menghasilkan essensial oil yang mempunyai aktivitas antifungal. Ekstrak *metanol* dari daun majapahit

(*Crescentia cujete*) menunjukkan aktivitas antiviral dengan mortalitas 75% pada dosis 150 mg/kg BB, menunjukkan aktivitas toksik, menunjukkan aktivitas analgesik. Berbagai hasil penelitian mengenai kandungan kimia pada tumbuhan ini telah dilaporkan. Lebih dari 30 senyawa telah diidentifikasi dari daun majapahit (*Crescentia cujete*) telah dilaporkan. Konstituen utama dari ekstrak daun diidentifikasi sebagai *tannin*, *skimmianin*, *essensialoil* (sebagian besar *caryophyllena*, *cineole*, *citral*, *citronellal*, *D-limonena*, dan *eugenol*), *sterol* dan *triterpenoid* termasuk *lupeol*, β -*dan*-*stosterol*, α -*dan*- β *amirin*, *flavonoid* dan *kumarin* termasuk *aegelin*, *marmesin* dan *belliferon*. *Aegelin* menunjukkan aktivitas anti *hiperglisemik* (Narenderet .*et al.*, 2007).

Salah satu kandungan yang mempunyai efek antibakteri adalah *flavonoid*, *flavonoid* merupakan salah satu senyawa *terol* alami yang tersebar luas pada tumbuhan dan dapat ditemukan pada hampir semua bagian tumbuhan (Sabir, 2005). *Flavonoid* dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Vibrio harveyi* dengan cara mengganggu permeabilitas dinding sel bakteri. Terganggunya dinding sel bakteri menyebabkan senyawa lain seperti *saponin*, *triterpenoid*, *fenolik*, *alkaloid* dan *tanin* dapat menembus dinding sel sehingga akan menyebabkan kerusakan pada sel. Menurut (Brahmachari, Goutam.,(2011) menjelaskan bahwa *flavonoid* merupakan senyawa yang cenderung bersifat polar yang mudah menembus dinding bakteri.

2.6. Antibakteri

Antibakteri adalah zat yang dapat mengganggu pertumbuhan atau bahkan mematikan bakteri dengan cara mengganggu *metabolis memikroba* yang merugikan. Mikroorganisme dapat menyebabkan bahaya karena kemampuan menginfeksi dan menimbulkan penyakit serta merusak bahan pangan. Antibakteri termasuk kedalam *antimikroba* yang digunakan untuk menghambat pertumbuhan bakteri.

Antibakteri hanya dapat digunakan jika mempunyai sifat *toksik selektif*, artinya dapat membunuh bakteri yang menyebabkan penyakit tetapi tidak beracun bagi penderitanya. Mekanisme kerja dari senyawa antibakteri

diantaranya yaitu menghambat sintesis dinding sel, menghambat ketahanan permeabilitas dinding sel bakteri, menghambat kerja enzim, dan menghambat sintesis asam nukleat dan protein.

Aktivitas senyawa antibakteri dipengaruhi oleh pH, suhu stabilitas senyawa tersebut, jumlah bakteri yang ada, lamanya inkubasi, dan aktivitas metabolisme bakteri. Berdasarkan aktivitasnya zat antibakteri dibedakan menjadi dua jenis, yaitu bakteriostatik dan bakterisida. Bakteriostatik adalah zat antibakteri yang memiliki aktivitas menghambat pertumbuhan bakteri (menghambat perbanyakan populasi bakteri), namun tidak mematikan. Bakterisida adalah zat antibakteri yang memiliki aktifitas membunuh bakteri. Namun ada beberapa zat antibakteri yang bersifat bakteriostatik pada konsentrasi rendah dan bersifat bakterisida pada konsentrasi tinggi.

2.7. Ekstraksi

Ekstraksi adalah jenis pemisahan suatu atau beberapa bahan dari suatu padatan atau cairan. Proses ekstraksi bermula dari penggumpalan ekstrak dengan pelarut, kemudian terjadi kontak antara bahan dan pelarut, sehingga pada bidang datar antarmuka bahan ekstraksi dan pelarut terjadi pengendapan massa dengan cara difusi. Bahan ekstraksi yang telah tercampur dalam suatu bahan padat dan melarutkan ekstrak larutan dengan konsentrasi lebih tinggi di bagian dalam bahan ekstraksi dan terjadi difusi yang memacu keseimbangan konsentrasi larutan dengan larutan di luar bahan (Sudjadi, 2004). Metode isolasi yang umumnya digunakan adalah ekstraksi dan kromatografi, larutan maupun campuran dengan menggunakan pelarut-pelarut yang sesuai. Pelarut yang sering dipakai pada ekstraksi adalah *etanol*, *metanol*, *aseton*, *kloroform*, *dietil eter*, *petroleum eter*, *benzen* dan karbon tetraklorida. Pelarut yang baik harus memiliki kemampuan melarutkan dengan baik, titik didihnya rendah, tidak bereaksi dengan zat yang akan bereaksi dengan zat yang akan diekstraksi, tidak berbahaya dan mudah diperoleh sebab keberhasilan suatu ekstraksi sangat ditentukan oleh pelarut yang digunakan.

Ekstraksi komponen kimia dari bahan dapat dilakukan dengan beberapa cara antara lain dengan maserasi. Meserasi berasal dari istilah mecaration dari bahasa latin macerace, yang artinya merendam, merupakan proses paling tepat dimana obat yang sudah halus memungkinkan untuk direndam dalam mentrum sampai meresap dan melunak susunan sel, sehingga zat – zat yang mudah larut akan melarut. Maserasi merupakan cara penyarian yang sederhana.

Maserasi dilakukan dengan cara merendam serbuk simplisia dalam cairan penyari. Cairan penyari akan menembus dinding sel dan masuk ke dalam rongga sel yang mengandung zat aktif, zat aktif akan larut dank arena adanya perbedaan konsentrasi antara larutan zat aktif di dalam sel dengan yang diluar sel, maka larutan yang terpekat didesak keluar. Peristiwa tersebut berulang sehingga terjadi keseimbangan konsentrasi antar larutan di luar sel dan di dalam sel.

Maserasi digunakan untuk penyarian simplisia yang mengandung zat aktif yang mudah larut dalam cairan penyari, tidak mengandung bonzoin, stirak dan lain – lain. Kecuali dinyatakan lain, meserasi pada umumnya dilakukan dengan cara 10 bagian simplisia atau campuran simplisia dengan derajat halus yang cocok dimasukkan ke dalam bejana kemudia dituangi dengan 75 bagian cairan penyari, ditutup dan dibiarkan selama lima hari terlindung dari cahaya sambil berulang – ulang diaduk-aduk. Setelah lima hari campuran tersebut diserikai, peras, dicuci ampasnya dengan penyari secukupnya hingga diperoleh seluruh sari sebanyak 100 bagian. Lalu maserat dipisahkan dalam bejana tertutup dan dibiarkan di tempat sejuk, terlindung dari cahaya selama 2 hari, maserat diendapkan atau disaring. Kemudian endapan dipisahkan.

2.8. *Aeromonas hydrophila*

Aeromonas hydrophila pertama kali ditemukan pada tahun 1962, oleh *Hoshina T*, ketika mengamati penyebab dari penyakit yang menyerang ikan dan belut yang dinamakan '*red fin*'. *A. hydrophila* telah dihubungkan dengan beberapa penyakit pada ikan antara lain: lesi pada ekor, kerusakan pada insang dan hemoragik septikemia (Kurniawan, D., 2010)

Aeromonas hydrophila adalah mikro organisme patogen oportunistik dari berbagai hewan air dan darat, termasuk manusia. *A. hydrophila* menyebabkan *Motil Aeromonas Septicemia* (MAS) yang merupakan penyakit terbesar yang mempengaruhi keberhasilan budidaya ikan di seluruh dunia (Ruth, 2002). Penyakit yang disebabkan oleh infeksi bakteri pada ikan khususnya yang disebabkan oleh *Aeromonas hydrophila* mulai dikenal di Indonesia sekitar tahun 1980, Bakteri *aeromonas* merupakan salah satu penyebab penyakit yang berbahaya pada budidaya ikan dan dapat menginfeksi semua ikan pada semua ukuran yang dapat menyebabkan kematian hingga mencapai 80%.

Metode pembuatan ekstraksi menggunakan methanol Buah majapahit (*Crescentia cujete*) yang masih segar diambil sebanyak 6 kg, kemudian dicuci lalu dipotong tipis-tipis, kemudian dioven pada suhu $\pm 50^{\circ}\text{C}$ sampai kering agar bahan aktif tidak rusak, kemudian dihaluskan dengan blender sampai halus menjadi 600 gr (10%). Hasil blender dari buah majapahit (*Crescentia cujete*) di maserasi dengan *metanol*. Kemudian dikocok sampai 3x24 jam untuk menarik bahan aktif. Hasil pengocokan larutan dibiarkan selama 24 jam kemudian disaring menggunakan kertas saring, lalu di evaporasi dengan alat evaporator sehingga dari hasil ekstrak buah majapahit (*Crescentia cujete*) menjadi ± 150 sampai 300 gr/ml. (Rahmaningsi & pijati 2016)

2.9. Klasifikasi *Aeromonas hydrophila*

Awalnya *Aeromonas hydrophila* dikenal dengan nama *Bacillus hydrophilus fuscus*, pertama kali diisolasi dari kelenjar pertahanan katak yang mengalami pendarahan septicemia. Kluiver dan Van Niel (1936) mengelompokkan genus *Aeromonas*. Tahun 1984, Popoff memasukan genus *Aeromonas* ke dalam famili *Vibrionaceae*. *Aeromonas hydrophila* diisolasi dari manusia dan binatang sampai dengan tahun 1950. Bakteri ini memiliki nama sinonim *A. formicans* dan *A. liquefaciens* (Sismeiro. et al. 1998).

Aeromonas hydrophila merupakan bakteri *heterotrofik uniseluler*, tergolong *protista prokariot* yang dicirikan dengan tidak adanya membran yang memisahkan inti dengan *sitoplasma*. Bakteri ini biasanya berukuran 0,7-1,8 x 1,0-1,5 μm dan bergerak menggunakan sebuah *polarflagel* (Kabata,

1985). Hal ini diperkuat oleh Krieg dan Holt (1984), yang menyatakan bahwa *Aeromonas hydrophila* bersifat motil dengan *flagela* tunggal disalah satu ujungnya.

Klasifikasi bakteri *Aeromonas hydrophila* berdasarkan ilmu taksonomi sebagai berikut (Holt.*et. al.* 1994) :

Filum : Protophyta

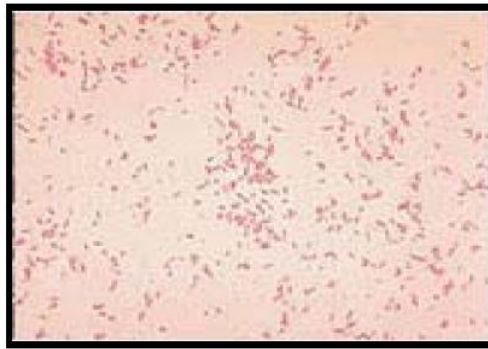
Kelas : Schizomycetes

Ordo : Pseudomonadales

Famili : Vibrionaceae

Genus : *Aeromonas*

Species : *Aeromonas hydrophila*



Gambar 2. *Aeromonas hydrophila* (Daskalov , 2005)

Bakteri *Aeromonas hydrophila* (Gambar 2) termasuk patogen oportunistik yang hampir selalu terdapat di air dan seringkali menimbulkan penyakit apabila ikan dalam kondisi yang kurang baik. Penyakit yang disebabkan oleh *Aeromonas hydrophila* ditandai dengan adanya bercak merah pada ikan dan menimbulkan kerusakan pada kulit, insang dan organ dalam. Penyebaran penyakit bakterial pada ikan umumnya sangat cepat serta dapat menyebabkan kematian yang sangat tinggi pada ikan-ikan yang diserangnya. Gejala klinis yang timbul pada ikan yang terserang infeksi bakteri *Aeromonas hydrophila* adalah gerakan ikan menjadi lamban, ikan cenderung diam di dasar akuarium, luka/borok pada daerah yang terinfeksi; perdarahan pada bagian pangkal sirip ekor dan sirip punggung, dan pada perut bagian bawah terlihat buncit dan terjadi pembengkakan. Ikan sebelum

mati naik ke permukaan air dengan sikap berenang yang labil (Rahmaningsih, 2012).

Menurut Kamaludin (2011) Berdasarkan hasil pengujian terhadap bakteri *Aeromonas hydrophila* menunjukkan bahwa bakteri tersebut merupakan bakteri yang virulen, dan semakin meningkat virulensinya setelah dilakukan isolasi ulang bakteri dari ikan lele yang diinfeksi *Aeromonas hydrophila* (Postulat Koch).

Aeromonas hydrophila merupakan bakteri yang bersifat Gram-negatif, mempunyai morfologi batang pendek dengan ukuran bervariasi antara lebar 0,8 sampai 1,0 mikron dengan panjang 1,0 sampai 3,5 mikron, tidak memiliki spora, bakteri bersifat motil karena mempunyai *flagella monotrichous*. Morfologi koloni permukaannya agak menonjol, berbentuk bulat, mengkilat, krim dengan tepi koloni entire, diameter 2-3 mm (Austin dan Austin, 1987).

Bakteri *aeromonas hydrophila* merupakan termasuk bakteri gram negative, dimana mempunyai karakteristik berbentuk batang pendek, bersifat *aerob* dan fakultatif *anaerob*, tidak *berspora*, motil, mempunyai satu flagel, hidup pada suhu 25-30°C. Jika organism terkena serangan bakteri maka akan mengakibatkan gejala penyakit *hemorhagi septicaemia* yang mempunyai ciri sebagai berikut: terdapat luka dipermukaan tubuh, insang, ulser, abses, dan perut gembung. Bakteri *Aeromonas hydrophila* sangat mempengaruhi usaha budidaya ikan air tawar dan sering kali menimbulkan wabah penyakit dengan tingkat kematian yang tinggi (80 – 100 %) dalam kurun waktu yang singkat (1 – 2 minggu). Sehingga sangat merugikan petani ikan dalam usaha budidaya ikan.

Tingkat *virulensi* dari bakteri *Aeromonas hydrophila* dapat menyebabkan kematian ikan tergantung dari racun yang dihasilkan. Di dalam tubuh *Aeromonas hydrophila* terdapat *Gen Aero* dan *hlyA* yang bertanggung jawab memproduksi racun *aerolysin* dan *hemolysin* dimana *Aerolysin* merupakan protein *extraseluler* yang diproduksi oleh strain *Aeromonas hydrophila* yang bias larut, bersifat *hidrofilik* serta *sitolitik*. Mekanisme racun *Aerolysin* pada bakteri *Aeromonas hydrophila* dalam

menyerang dan menginfeksi racun pada ikan yaitu dengan mengikat reseptor glikoprotein spesifik pada permukaan sel *eukariot* sebelum masuk ke dalam lapisan lemak dan membentuk lubang. Racun *aerolysin* yang membentuk lubang melintas masuk ke dalam membrane bakteri sebagai suatu *prepotoksin* yang mengandung peptisida. Racun tersebut dapat menyerang sel-sel *epithelia* dan menyebabkan gastroentitis (Mangunwardoyo *et al.* 2010).

Proses invasi bakteri patogen *Aeromonas hydrophila* ke dalam tubuh host adalah diawali dengan melekatnya bakteri pada permukaan kulit dengan memanfaatkan *pili*, *flagela* dan *kait* untuk bergerak dan melekat kuat pada lapisan terluar tubuh ikan yaitu sisik yang dilindungi oleh zat *kitin*. Selama proses berlangsung bakteri *Aeromonas hydrophila* memproduksi enzim *kitinase* yang berperan mendegradasi lapisan kitin sehingga bakteri dapat mudah masuk ke dalam *host*. Selain memanfaatkan *kitinase* bakteri *Aeromonas hydrophila* juga mengeluarkan enzim lain seperti lesitinase dalam upaya masuk ke dalam aliran darah (Mangunwardoyo *et al.*, 2010).

Bakteri *Aeromonas hydrophila* termasuk patogen oportunistik yang hampir selalu terdapat di air dan sering kali menimbulkan penyakit apabila ikan dalam kondisi yang kurang baik. Penyakit yang disebabkan oleh *Aeromonas Hydrophila* ditandai dengan adanya bercak merah pada ikan dan menimbulkan dan menimbulkan kerusakan pada kulit, insang dan organ dalam. Gejala klinis yang timbul pada ikan adalah gerakan ikan menjadi lamban, ikan cenderung diam di dasar perairan, luka / borok pada daerah yang terinfeksi, pendarahan pada bagian pangkal sirip ekor dan sirip punggung, dan perut bagian bawah terlihat buncit dan terjadi pembengkakan. Ikan sebelum mati naik ke permukaan air dengan sikap berenang yang labil (Rahmaningsing, 2012).

Bakteri *Aeromonas hydrophila* memiliki kemampuan osmoregulasi yang tinggi dimana mampu bertahan hidup pada perairan tawar, perairan payau, dan laut yang memiliki jumlah garam tinggi dengan penyebaran melalui air, kotoran, burung, saluran pencernaan hewan darat dan hewan amfibi seperti reptile (Mangunwardoyo *et al.*, 2010). Lingkungan yang

mempunyai konsentrasi jumlah garam tertentu memiliki kerapatan *Aeromonas hydrophila* yang jauh lebih tinggi dibandingkan lingkungan air tawar, meskipun variasi dalam kepadatan antara habitat dengan jumlah garam tertentu jauh lebih besar dari pada habitat air tawar umumnya.

Aeromonas hydrophila adalah jenis bakteri yang bersifat *metropolitan, oksidasif, anaerobik fakultatif*, dapat memfermentasi gula, gram negatif, tidak membentuk spora, bentuk akar, dan merupakan penghuni asli lingkungan perairan. Bakteri ini ditemukan di air payau, air tawar, muara, lautan, dan pada badan air yang terklorinasi maupun tidak terklorinasi, dengan jumlah terbanyak ditemukan pada musim hangat. Upaya isolasi *aeromonas* pada penyakit yang menyerang hewan berdarah panas dan berdarah dingin telah dilakukan lebih dari 100 tahun yang lalu, sedangkan isolasi dari manusia dilakukan sejak awal tahun 1950-an (Hayes, 2000).

2.10 Gejala Klinis Serangan *Aeromonas hydrophila*

Aeromonas hydrophila dikenal juga sebagai bakteri oportunistik karena biasanya menimbulkan masalah pada ikan yang sedang mengalami stres. Penularan bakteri ini berlangsung melalui air, kontak badan, kontak dengan peralatan yang telah tercemar atau karena pemindahan ikan yang terserang *Aeromonas hydrophilla* dari suatu tempat ke tempat lain. Ikan yang terserang bakteri ini biasanya akan memperlihatkan gejala berupa kemampuan berenang menurun dan sering ke permukaan air dikarenakan insang rusak, yang menyebabkan pendarahan pada insang, sehingga sulit bernapas, sering terjadi perdarahan pada organ bagian dalam seperti hati, ginjal maupun limpa, sering pula terlihat perutnya agak kembung (*dropsi*), lendir berdarah pada rectum, pembentukan cairan berdarah, pendarahan pada pangkal sirip, pendarahan didasar sirip dada, dan kematian yang tinggi (Koski, 2005). Sedangkan gejala internal ikan yang terinfeksi bakteri *Aeromonas hydrophila* adalah *Pettkiae* pada jaringan otot tubuh, Usus bagian belakang lengket dan bersatu, Pembengkakan limpa (*splenomegaly*) dan ginjal yang berkembang menjadi *nekrosis*, dan *Septicemia* sangat jelas.

2.11 Hematologi Ikan

Darah memegang peranan yang penting dalam proses sirkulasi dan transportasi dalam tubuh hewan. Menurut Fujaya (2002), darah terdiri dari dua kelompok besar, yaitu sel plasma. Sel terdiri dari sel-sel diskret yang memiliki bentuk khusus dan fungsi yang berbeda terdiri dari *eritrosit* dan *Leukosit* (*limfosit*, *monosit*, *neutrophil* dan *trombosit*). Sedangkan komponen plasma terdiri dari *fibrinogen*, ion-ion *anorganik* dan *organik*. Pada ikan, sel yang berperan dalam sirkulasi darah adalah *eritrosit*, *monosit*, *limfosit*, *trombosit* dan *neutrophil* granulasit (Chinabut *et al.*, 1991).

Darah ikan berfungsi mengedarkan suplai makanan ke seluruh tubuh, membawa oksigen ke jaringan tubuh, membawa hormone dan enzim ke dalam organ yang memerlukan (Bijanti R. 2005). Faktor-faktor yang mempengaruhi jumlah sel darah adalah spesies, perbedaan induk (genetik), kondisi nutrisi, aktivitas fisik, dan umur (Dellman dan Brown, 1989). Volume darah dalam tubuh ikan lebih sedikit dibanding dengan volume darah vertebrata yang lain. Jumlah sekitar 5% dari berat tubuh ikan.

Eritrosit (sel dara merah) merupakan bagian darah paling banyak jumlahnya. *Eritrosit* yang matang berbentuk oval hingga bundar, inti kecil dengan sitoplasma dalam jumlah besar. Sel darah pada ikan lele berukuran $10 \times 11 \mu\text{m}$ sampai $12 \times 13 \mu\text{m}$ dengan diameter inti sebesar $4 - 5 \mu\text{m}$. Jumlah sel darah merah pada ikan lele adalah $3,18 \times 10^6 \text{sel/mm}^3$. *Eritrosit* mudah disebut retikulasit, ukurannya asam dengan *eritrosit* yang matang namun, memiliki inti yang lebih besar. Pada pewarnaan gimsa, sitoplasma dari retikulasit (Brown, 1987) berwarna biru terang atau abu-abu. Sel retikulasit sering di temukan pada bagian *anterior* ginjal dan *limfa* (Chinabut *et al.*, 1991). Tingginya jumlah *eritrosit* menandakan ikan dalam kondisi *stress* dalam rendahnya jumlah *eritrosit* menandakan ikan menderita anemia dan kerusakan ginjal (Snieszko, 1972; Wedemayer dan Yasutake, 1977; Nabib dan Pasaribu, 1989).

Leukosit (sel darah putih) di bagi dalam 2 kelompok, yaitu *arganulosit* dan *granulasit*. *Agranulasit* terdiri dari *limfosit*, *trombosit* dan *monosit* sedangkan *granulosit* terdiri dari *neutrophil*. Total sel darah putih dalam tubuh ikan lele adalah $64,73 \times 10^3$ sel/mm³ (Chinabut *et al.*,1991). Jumlah *Leukosit* yang menyimpang dari keadaan normal menandakan ikan memerlukan evaluasi pemeriksaan penyakit (Dellman dan Brown,1989). Menurut (Bijanti R. 2005) *Leukosit* (limfosit dan granulasit) di hasilkan dari organ limpa, yaitu bagian pulpa putih. Diferensial *Leukosit* merupakan suatu nilai yang menggambarkan perbandingan jumlah sel *Leukosit* (*netrofil*, *eosinophil*, *limfosit* dan lain-lain).

Molekul hemoglobin adalah suatu protein dalam eritrosit yang terdiri atas *protoporfirim*, *globin* dan besi (Fe) bervalensi dua (Affandi dan Tang, 2002; Bron, 1987). Hemoglobin darah merupakan alat transportasi oksigen dan karbondioksida. Menurut Anka *et al.* (1985) kisaran jumlah *hemoglobin* dalam darah ikan lele (*Clarias batrahus*) normal adalah 10,3 – 13,5 %g. *hemoglobin* merupakan indikator *anemia* (Snieszko,1972).

Berdasarkan uraian di atas jenis, fungsi dan kisaran normal dari komponen darah dapat disajikan dalam table berikut:

Table 1. Jenis, fungsi dan kisaran normal sel-sel darah ikan lele dumbo

Jenis Sel Darah	Fungsi	Kisaran Normal	Sumber Pustaka
Eritrosit	Mengedarkan makanan, membawa oksigen ke jaringan tubuh, membawa hormone dan enzim ke organ yang membutuhkan.	$3,18 \times 10^6$ sel/mm ³	Chinabut, 1991
Hemoglobin	Pengikat O ₂ dan CO ₂ , memberi pigmen dalam .	10,3-13,5%g	Angka <i>et al.</i> ,1985
Leukosit	Sel perlawanan terhadap serangan penyakit.	$64,73 \times 10^3$ sel/mm ³	Chinabut, 1991

2.12 Jenis-jenis Organisme yang Diserang *Aeromonas hydrophila*

Ikan nila (*Tilapia sp.*) merupakan salah satu jenis ikan budidaya air tawar yang mempunyai nilai ekonomis penting dan telah dibudidayakan secara intensif. Salah satu kendala yang dihadapi dalam budidaya intensif ikan nila adalah penyakit ikan. Salah satu jenis penyakit ikan yang sering dijumpai adalah penyakit bakterial yang disebabkan oleh bakteri *Aeromonas hydrophila*, yang menyerang spesies ikan air tawar di perairan tropis (Rahmaningsih, 2012).

Bakteri *Aeromonas hydrophila* merupakan bakteri patogen yang menyerang ikan lele, dimana menyebabkan penyakit MAS (*Motile Aeromonas Septicemia*). Bakteri ini dapat menyebabkan kematian pada ikan lele mencapai 80% bahkan dapat mencapai 100% dalam kurun waktu 1 minggu (Mulia, 2012). Ikan Gurami (*Osphronemus gouramy*) telah umum dibudidayakan dan menjadi andalan sebagai salah satu sumber protein hewani. Kawasan pengembangan budidaya ikan gurami juga sudah terbentuk di beberapa daerah, seperti di Jawa Barat (Bogor, Tasikmalaya, Ciamis, Garut), Jawa Tengah (Cilacap, Banyumas, Banjarnegara, Purbalingga), Walaupun ikan gurami sudah lama dibudidayakan secara komersial namun masih menghadapi kendala dalam hal pertumbuhan yang lambat dan ketahanan hidup yang rendah. Salah satu penyebabnya adalah serangan penyakit oleh bakteri *Aeromonas hydrophila*. Selain ikan, berbagai spesies *Aeromonas hydrophila* juga dapat menyerang amfibi dan hewan reptil. Pada amfibi, bakteri ini dapat menyebabkan pendarahan dalam yang bisa berakibat fatal. Pada manusia, bakteri ini dapat menyebabkan infeksi pada saluran pencernaan, septicemia (keracunan darah), infeksi pada luka dan pembengkakan pada lambung dan usus yang disertai muntah dan diare atau gastroenteritis (Tanjung dkk., 2011).

Bakteri *Aeromonas hydrophila* diketahui sebagai patogen pada amfibi, reptil, ikan, siput, sapi dan baru-baru ini, bakteri *Aeromonas hydrophila* menyerang manusia. Beberapa kasus penyakit septicemias yang menyerang manusia yang dapat berakibat fatal yang disebabkan oleh bakteri *Aeromonas hydrophila*, tetapi penyakit tersebut menyerang pada manusia

yang mempunyai daya tahan tubuh yang lemah, misalnya *leukemia*. Hanya *Aeromonas hydrophila* dilaporkan menyerang dan menjadi patogen pada manusia ketika terdapat luka dan kontak langsung dengan air dimana air tersebut mengandung strain bakteri *Aeromonas hydrophila*. Bakteri *Aeromonas hydrophila* menyebabkan kerugian yang besar dibidang perikanan, misalnya, pada tahun 1973, 37.500 ekor ikan mati selama dalam kurun waktu 13 hari dalam satu periode di Danau North Carolina (Hazen dkk., 1978).

Bakteri *Aeromonas hydrophila* termasuk bakteri gram negatif, berbentuk batang pendek, bersifat *aerob* dan fakultatif *anaerob*, tidak berspora, motil, mempunyai satu flagel, hidup pada kisaran suhu 25-30⁰C. Ikan lele yang diserang oleh bakteri *Aeromonas hydrophila* ditandai dengan adanya bercak merah keputih-putihan (*Red-Sore Disease*) dibagian sirip sisi samping maupun punggung. Keadaan yang sangat buruk bakteri ini mampu membunuh 80% dalam waktu yang singkat. Bakteri *Aeromonas hydrophila* banyak menyerang spesies ikan air tawar seperti, ikan mas, ikan gurami, ikan lele dan juga menyerang ikan air laut seperti ikan *cod* serta amfibi dan reptil.

Bakteri *Aeromonas hydrophila* ini penyebarannya relatif cepat, penyebarannya bisa melalui air, bakteri ini sangat menyukai timbunan zat organik, sehingga endapan zat organik didasar kolam dapat memicu tumbuh kembangnya bakteri *Aeromonas hydrophila*. Ciri-ciri yang paling simpel untuk kita bisa melihat ikan terserang penyakit *Aeromonas hydrophila* adalah :

- a. Terdapat bercak merah keputih-putihan (*Red-Sore Disease*) dibagian pangkal sirip samping, punggung, perut maupun ekor.
- b. Ikan akan sering berada dipermukaan kolam dengan gerakan mondar mandir yang sangat lamban, dan nafsu makan berkurang.

2.13 Klasifikasi Ikan Lele

Ikan Lele adalah salah satu jenis ikan air tawar yang termasuk ke dalam ordo *Siluriformes* dan digolongkan ke dalam ikan bertulang sejati.

Lele dicirikan dengan tubuhnya yang licin dan pipih memanjang, serta adanya sungut yang menyembul dari daerah sekitar mulutnya. Nama ilmiah Lele adalah *Clarias* sp. yang berasal dari bahasa Yunani "*chlaros*", berarti "kuat dan lincah". Dalam bahasa Inggris lele disebut dengan beberapa nama, seperti *catfish*, *mudfish* dan *walking catfish*. Klasifikasi ikan lele berdasarkan Saanin (1984) dalam Hilwa (2004) yaitu sebagai berikut:

filum : Chordta
kelas : Pisces
Subkelas : Teleostei
Ordo : Ostarophysi
Subordo : Siluroidae
Famili : Clariidae
Genus : *Clarias*
Spesies : *Clarias brathacus*

2.14 Anatomi Ikan Lele

Ikan lele memiliki alat pernapasan tambahan yang disebut Aborescen organ yang merupakan membran yang berlipat-lipat penuh dengan kapiler darah. Alat ini terletak didalam ruangan sebelah atas insang. Sejarah hidupnya lele lele harus mengambil oksigen dari udara langsung, untuk itu ia akan menyembul kepermukaan air. Oleh karena itu jika pada kolam banyak terdapat eceng gondok ikan ini tidak berdaya.



Gambar 3. Morfologi ikan Lele Lokal (*Clarias batrachus*)

Pada ikan lele yang ditunjukkan pada (gambar 3), gonad ikan lele jantan dapat dibedakan dari ciri-cirinya yang memiliki gerigi pada salah satu sisi gonadnya, warna lebih gelap, dan memiliki ukuran gonad lebih kecil

dari pada betinanya. Sedangkan, gonad betina ikan lele berwarna lebih kuning, terlihat bintik-bintik telur yang terdapat di dalamnya, dan kedua bagian sisinya mulus tidak bergerigi. Sedangkan organ – organ lainya dari ikan lele itu sendiri terdiri dari jantung, empedu, labirin, gonad, hati, lambung dan anus (Anonim *et al.*,2012)

2.15 Biologi Ikan Lele

Ikan lelemerupakan hewan nokturnal dimana ikan ini aktif pada malam hari dalam mencari mangsa. Ikan-ikan yang termasuk ke dalam genus lele.dicirikan dengan tubuhnya yang tidak memiliki sisik, berbentuk memanjang serta licin Ikan Lele mempunyai sirip punggung (*dorsal fin*) serta sirip anus (*anal fin*) berukuran panjang, yang hampir menyatu dengan ekor atau sirip ekor. Ikan lele memiliki kepala dengan bagian seperti tulang mengeras di bagian atasnya. Mata ikan lele berukuran kecil dengan mulut di ujung moncong berukuran cukup lebar.Dari daerah sekitar mulut menyembul empat pasang barbel (sungut peraba) yang berfungsi sebagai sensor untuk mengenali lingkungan dan mangsa. Lele memiliki alat pernapasan tambahan yang dinamakan *Arborescent*. *Arborescent* ini merupakan organ pernapasan yang berasal dari busur insang yang telah termodifikasi. Pada kedua sirip dada lele terdapat sepasang duri (patil), berupa tulang berbentuk duri yang tajam.Pada beberapa spesies ikan lele, duri-duri patil ini mengandung racun ringan. Hampir semua species lele hidup di perairan tawar. Berikut kisaran parameter kualitas air untuk hidup dan pertumbuhan optimum ikan lele menurut beberapa penelitian dalam Witjaksono (2009).