

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Bakteri

Allah menciptakan alam seisinya sebagai rahmat untuk kemaslahatan umat manusia. Manusia berhak untuk memanfaatkan kekayaan alam semaksimal mungkin dalam rangka untuk meningkatkan kesejahteraan mereka serta sebagai bentuk rasa syukur atas nikmat yang telah diberikan oleh Allah SWT. Seperti yang disebutkan dalam Al-Qur'an surat Al-Baqarah ayat 29 :

هُوَ الَّذِي خَلَقَ لَكُمْ مَّا فِي الْأَرْضِ جَمِيعًا ثُمَّ أَسْتَوَىٰ إِلَى السَّمَاءِ فَسَوَّاهُنَّ سَبْعَ سَمَاوَاتٍ
وَهُوَ بِكُلِّ شَيْءٍ عَلِيمٌ ﴿٢٩﴾

Dia-lah Allah, yang menjadikan segala yang ada di bumi untuk kamu dan Dia berkehendak (menciptakan) langit, lalu dijadikan-Nya tujuh langit. dan Dia Maha mengetahui segala sesuatu (QS.Al-Baqarah:29).

Ayat diatas jelas menegaskan bahwa alam semesta beserta isinya yang sangat kompleks ini diciptakan Allah SWT untuk manusia. Makhluk ciptaan-Nya tersebut terdiri dari berbagai macam jenis tumbuhan, hewan maupun mikroorganisme. Allah telah menyatakan dalam surat Al-Baqarah ayat 26:

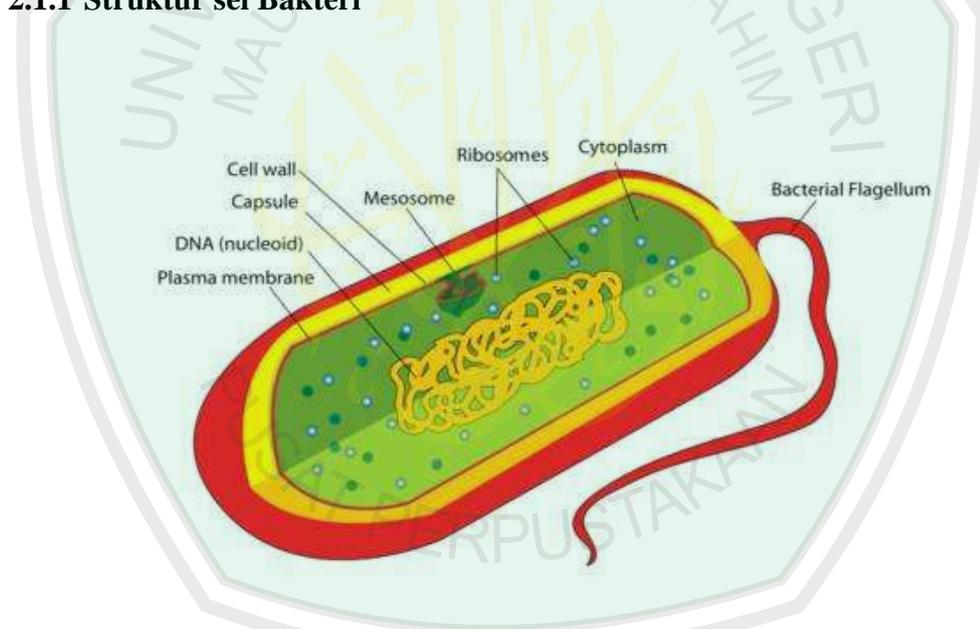
﴿ إِنَّ اللَّهَ لَا يَسْتَحْيِي أَنْ يَضْرِبَ مَثَلًا مَّا بَعُوضَةٌ فَمَا فَوْقَهَا ﴾

“Sesungguhnya Allah tiada segan membuat perumpamaan berupa nyamuk atau yang lebih rendah dari itu.....” (QS. Al-Baqarah: 26).

Lafadz *famaa fauqohaa* (“atau yang lebih rendah dari itu”) pada ayat diatas maksudnya yaitu sesuatu yang lebih rendah dari nyamuk dalam hal makna dan fisik mengingat nyamuk adalah makhluk kecil yang tidak berarti.

Adapun ukuran hewan yang lebih kecil dibanding nyamuk antara lain yaitu bakteri. Bakteri adalah organisme uniseluler dan prokariot serta umumnya tidak memiliki klorofil dan berukuran renik (mikroskopis). Bakteri merupakan organisme yang paling banyak jumlahnya dan lebih tersebar luas dibandingkan makhluk hidup yang lain. Bakteri memiliki ratusan ribu spesies yang hidup di darat hingga lautan dan pada tempat-tempat yang ekstrim. Terdapat bakteri yang menguntungkan dan ada pula yang merugikan (Warsito, 1995).

2.1.1 Struktur sel Bakteri

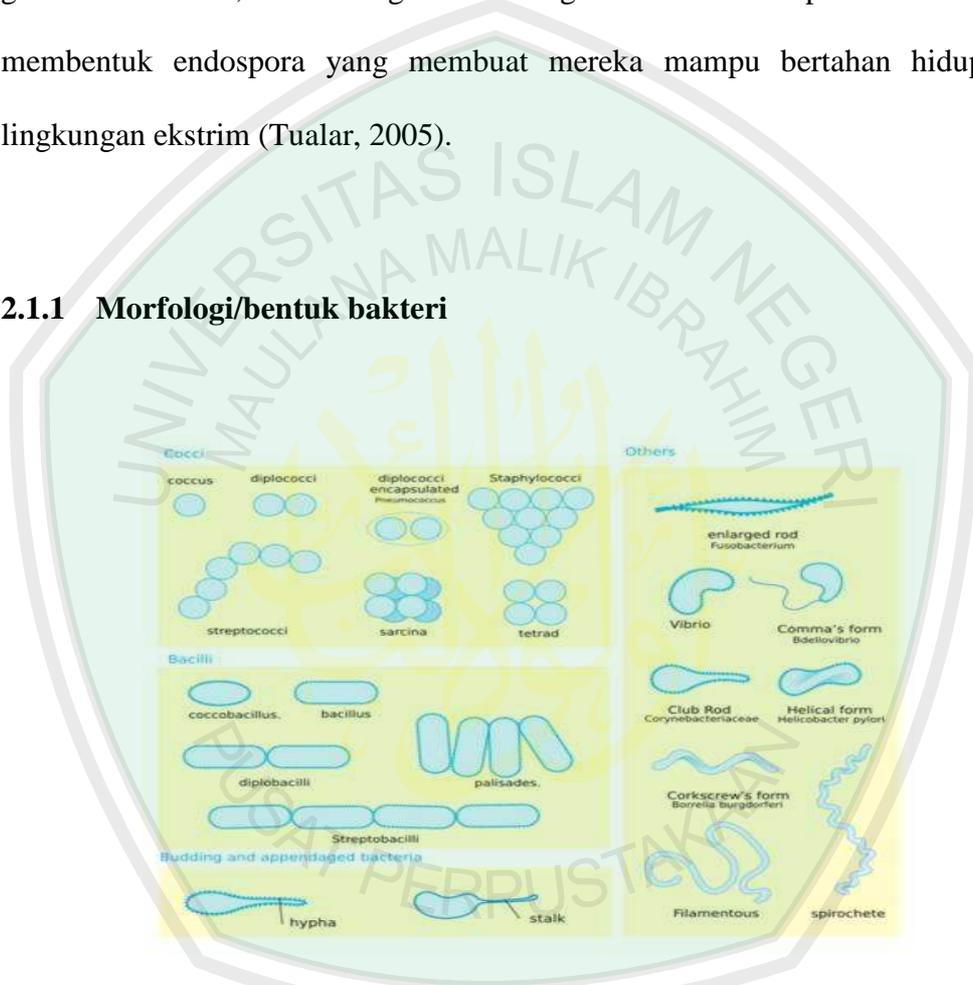


Gambar 2.1 Struktur Sel Prokariota

Seperti prokariota (organisme yang tidak memiliki selaput inti) pada umumnya, semua bakteri memiliki struktur sel relatif sederhana yang terdiri dari dinding sel, kapsul, DNA, membran plasma, mesosom, ribosom, sitoplasma, dan flagel. Struktur bakteri yang paling penting adalah dinding sel. Banyak bakteri memiliki struktur di luar sel lainnya seperti flagela dan fimbria yang digunakan

untuk bergerak, melekat dan konjugasi. Beberapa bakteri juga memiliki kapsul atau lapisan lendir yang membantu pelekatan bakteri pada suatu permukaan. Bakteri juga memiliki kromosom, ribosom dan beberapa spesies lainnya memiliki granula makanan, vakuola gas dan magnetosom. Beberapa bakteri mampu membentuk endospora yang membuat mereka mampu bertahan hidup pada lingkungan ekstrim (Tualar, 2005).

2.1.1 Morfologi/bentuk bakteri



Gambar 2.2 Berbagai Bentuk Tubuh Bakteri

Berdasarkan berentuknya, bakteri dibagi menjadi tiga golongan besar, yaitu: (1) Kokus (*Coccus*) dalah bakteri yang berbentuk bulat seperti bola, dan mempunyai beberapa variasi sebagai berikut: *Mikrococcus*, jika kecil dan tunggal; *Diplococcus*, jika bergandanya dua-dua; *Tetracoccus*, jika bergandengan empat

dan membentuk bujursangkar; *Sarcina*, jika bergerombol membentuk kubus; *Staphylococcus*, jika bergerombol; dan *Streptococcus*, jika bergandengan membentuk rantai (2) Basil (*Bacillus*) adalah kelompok bakteri yang berbentuk batang atau silinder, dan mempunyai variasi sebagai berikut: *Diplobacillus*, jika bergandengan dua-dua ; *Streptobacillus*, jika bergandengan membentuk rantai (3) Spiril (*Spirillum*) adalah bakteri yang berbentuk lengkung dan mempunyai variasi sebagai berikut: *Vibrio*, (bentuk koma), jika lengkung kurang dari setengah lingkaran; *Spiral*, jika lengkung lebih dari setengah lingkaran. Bentuk tubuh/morfologi bakteri dipengaruhi oleh keadaan lingkungan, medium dan usia. Oleh karena itu untuk membandingkan bentuk serta ukuran bakteri, kondisinya harus sama. Pada umumnya bakteri yang usianya lebih muda ukurannya relatif lebih besar daripada yang sudah tua (Poernomo, 2004).

2.1.3 Bakteri-Bakteri yang berperan dalam Proses Dekomposisi Bahan Organik

2.1.3.1 Bakteri Pengurai

Bakteri saprofit menguraikan tumbuhan atau hewan yang mati, serta sisa-sisa atau kotoran organisme. Bakteri tersebut menguraikan protein, karbohidrat dan senyawa organik lain menjadi CO₂, gas amoniak, dan senyawa-senyawa lain yang lebih sederhana. Oleh karena itu keberadaan bakteri ini sangat berperan dalam mineralisasi di alam (Poernomo, 2004).

2.1.3.2 Bakteri Asam laktat

Bakteri asam laktat (BAL) adalah kelompok bakteri gram-positif yang tidak membentuk spora dan dapat memfermentasikan karbohidrat untuk menghasilkan asam laktat. Berdasarkan taksonomi, terdapat sekitar 20 genus bakteri yang termasuk BAL. Beberapa BAL yang sering digunakan dalam pengolahan pangan adalah *Aerococcus*, *Bifidobacterium*, *Carnobacterium*, *Enterococcus*, *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc*, *Oenococcus*, *Pediococcus*, *Streptococcus*, *Tetragenococcus*, *Vagococcus*, dan *Weissella*.^[1] Contoh produk makanan yang dibuat menggunakan bantuan BAL adalah yogurt, keju, mentega, *sour cream* (susu asam), dan produk fermentasi lainnya. Dalam pengolahan makanan, BAL dapat melindungi dari pencemaran bakteri patogen, meningkatkan nutrisi, dan berpotensi memberikan dampak positif bagi kesehatan manusia (Fardiaz, 1992).

Sebagian besar BAL dapat tumbuh sama baiknya di lingkungan yang memiliki dan tidak memiliki O₂ (tidak sensitif terhadap O₂), sehingga termasuk anaerob aerotoleran. Bakteri yang tergolong dalam BAL memiliki beberapa karakteristik tertentu yang meliputi: tidak memiliki porfirin dan sitokrom, katalase negatif, tidak melakukan fosforilasi transpor elektron, dan hanya mendapatkan energi dari fosforilasi substrat. Hampir semua BAL hanya memperoleh energi dari metabolisme gula sehingga habitat pertumbuhannya hanya terbatas pada lingkungan yang menyediakan cukup gula atau bisa disebut dengan lingkungan yang kaya nutrisi. Kemampuan mereka untuk menghasilkan senyawa (biosintesis)

juga terbatas dan kebutuhan nutrisi kompleks BAL meliputi asam amino, vitamin, purin, dan pirimidin (Fardiaz, 1992).

Berdasarkan studi genetika, beberapa sifat BAL yang berhubungan dengan fermentasi cenderung disandikan oleh gen-gen di plamid (DNA ekstrakromosomal). Sifat-sifat yang dimaksud meliputi produksi proteinase, metabolisme karbohidrat, transpor sitrat, produksi eksopolisakarida, produksi bakteriosin, dan resistensi terhadap bakteriofag. DNA plamid dapat ditransfer antibakteri dengan beberapa mekanisme, seperti konjugasi yang umum terjadi pada *Lactococcus* sehingga sifat-sifat tersebut dapat menyebar (Fardiaz, 1992).

2.1.3.3 Bakteri Nitrifikasi

Bakteri nitrifikasi adalah bakteri-bakteri tertentu yang mampu menyusun senyawa nitrat dari amoniak yang berlangsung secara aerob di dalam tanah. Nitrifikasi terdiri atas dua tahap yaitu:

Oksidasi amoniak menjadi nitrit oleh bakteri nitrit. Proses ini dinamakan nitritasi.



Oksidasi senyawa nitrit menjadi nitrat oleh bakteri nitrat. Prosesnya dinamakan nitratasi.



Reaksi nitratasi

Dalam bidang pertanian, nitrifikasi sangat menguntungkan karena menghasilkan senyawa yang diperlukan oleh tanaman yaitu nitrat. Tetapi sebaliknya di dalam air yang disediakan untuk sumber air minum, nitrat yang

berlebihan tidak baik karena akan menyebabkan pertumbuhan ganggang di permukaan air menjadi berlimpah (Poernomo, 2004).

2.1.3.4 Bakteri nitrogen

Bakteri nitrogen adalah bakteri yang mampu mengikat nitrogen bebas dari udara dan mengubahnya menjadi suatu senyawa yang dapat diserap oleh tumbuhan. Karena kemampuannya mengikat nitrogen di udara, bakteri-bakteri tersebut berpengaruh terhadap nilai ekonomi tanah pertanian. Kelompok bakteri ini ada yang hidup bebas maupun simbiosis (Afrianto, 2002).

Bakteri nitrogen yang hidup bebas yaitu *Azotobacter chroococcum*, *Clostridium pasteurianum*, dan *Rhodospirillum rubrum*. Bakteri nitrogen yang hidup bersimbiosis dengan tanaman polong-polongan yaitu *Rhizobium leguminosarum*, yang hidup dalam akar membentuk nodul atau bintil-bintil akar. Tumbuhan yang bersimbiosis dengan *Rhizobium* banyak digunakan sebagai pupuk hijau seperti *Crotalaria*, *Tephrosia*, dan *Indigofera*. Akar tanaman polong-polongan tersebut menyediakan karbohidrat dan senyawa lain bagi bakteri melalui kemampuannya mengikat nitrogen bagi akar. Jika bakteri dipisahkan dari inangnya (akar), maka tidak dapat mengikat nitrogen sama sekali atau hanya dapat mengikat nitrogen sedikit sekali. Bintil-bintil akar melepaskan senyawa nitrogen organik ke dalam tanah tempat tanaman polong hidup. Dengan demikian terjadi penambahan nitrogen yang dapat menambah kesuburan tanah (Afrianto, 2002). Menurut Afrianto (1992) mikroorganisme yang memiliki kemampuan mendukung

atau menguntungkan banyak terdapat dalam produk probiotik seperti probiotik pertanian, peternakan dan perikanan.

2.2 Enceng Gondok (*Eichhornia crassipes*)

Eceng gondok (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms.), bukanlah tanaman asli Indonesia, tumbuhan ini awalnya dikirim dari Brazil ke Indonesia sebagai koleksi kebun raya bogor pada tahun 1894 dan dengan cepat menyebar keseluruhan perairan diwilayah indonesia dan menimbulkan problem tersendiri (Lail, 2008).

Kemampuan tanaman ini menurunkan kadar BOD, partikel suspensi secara biokimiawi dan penyerapan logam-logam berat seperti Cr, Pb, Hg, Cd, Cu, Fe, Mn, Zn dengan baik, banyak di gunakan untuk mengolah air buangan domestik dengan tingkat efisiensi yang tinggi. Kemampuan menyerap logam persatuan berat kering eceng gondok lebih tinggi pada umur muda dari pada umur tua (Widianto dan Suselo, 1977 dalam Lail, 2008).

Menurut Lail (2008) Eceng gondok memiliki ciri-ciri (1) hidup dalam perairan terbuka, tumbuh mengapung bila air dalam dan berakar didasar bila airnya dangkal, (2) Daun tergolong dalam makrofita yang terletak di atas permukaan air, didalamnya terdapat lapisan rongga udara yang berfungsi sebagai alat pengapung tanaman. Zat hijau daun (klorofil) pada eceng gondok terdapat dalam sel epidermis. Diatas permukaan daun dipenuhi oleh stomata, rongga udara yang terdapat dalam akar dan tangkai daun berfungsi sebagai tempat penyimpanan O_2 hasil fotosintesis. Oksigen hasil dari fotosintesis ini digunakan untuk respirasi tumbuhan dimalam hari dengan menghasilkan CO_2 yang akan terlepas kedalam air

(Pandey, 1980), (3) Memiliki bulu-bulu akar yang berserabut, berfungsi sebagai pegangan atau jangkar tanaman. Berperan menyerap zat-zat yang diperlukan tanaman dari dalam air. Pada ujung akar terdapat kantung akar yang mana di bawah sinar matahari kantung akar ini berwarna merah, susunan akarnya dapat mengumpulkan lumpur atau partikel-partikel yang terlarut dalam air (Ardiwinata, 1950), (4) Memiliki tangkai berbentuk bulat menggelembung yang di dalamnya penuh dengan udara yang berperan untuk mengapaungkan tanaman di permukaan air (pandey, 1950) (5) Memiliki bunga bertangkai dengan warna mahkota lembayung muda. Berbunga majemuk berjumlah 6 - 35 berbentuk karangan bunga bulir dengan putik tunggal, (6) Perkembangbiakan terjadi secara vegetatif maupun secara generatif, perkembangan secara vegetatif terjadi bila tunas baru tumbuh dari ketiak daun, membesar dan tumbuh menjadi individu baru, (7) Dapat tumbuh tinggi hingga 40 - 80 cm dengan panjang 7 - 25 cm.

Menurut Lail (2008) Kondisi merugikan yang timbul akibat *blooming* eceng gondok adalah (1) Meningkatnya evapotranspirasi, (2) Menurunnya jumlah cahaya yang masuk ke perairan sehingga menyebabkan menurunnya tingkat kelarutan oksigen, (3) Mengganggu transportasi air, khususnya bagi masyarakat yang kehidupannya masih tergantung dari sungai, (4) Pendangkalan waduk, (5) Meningkatnya habitat bagi vektor penyakit pada manusia, (5) Menurunkan estetika lingkungan perairan.

Sukman dan Yakup (1991) dalam Lail (2008) menyebutkan, manfaat yang dapat diambil dari eceng gondok adalah (1) Mempunyai sifat fisiologis sebagai penyaring air yang tercemar oleh logam berat dan berbagai limbah industri, (2)

Sebagai bahan baku pembuatan kompos dan pupuk organik karena kandungan NPK yang tinggi, (3) Sebagai sumber gas yang berupa ammonium sulfat, gas hidrogen, nitrogen dan metana yang diperoleh dengan cara fermentasi, (4) Sebagai bahan industri kertas dan papan buatan, (5) Sebagai bahan baku aneka kerajinan tangan, (6) Sebagai bahan baku pembuatan pupuk ramah lingkungan

Salah satu masalah yang dihadapi dalam proses pengomposan enceng gondok adalah kandungan selulosa dan lignin yang cukup tinggi pada tanaman ini. Selain itu rasio C/N yang relatif rendah berkisar antara 19:1 Sehingga mikroba mendapatkan sedikit C untuk energi dan N untuk sintesis protein. Apabila rasio C/N terlalu rendah, mikroba akan kekurangan N untuk sintesis protein sehingga dekomposisi berjalan lambat. Untuk mempercepat proses pengomposan menjadi lebih singkat perlu dilakukan penambahan bioaktivator pengomposan (biodekomposer).

2.3 Tinjauan Biodekomposer

Dekomposer merupakan makhluk hidup yang berfungsi untuk menguraikan makhluk hidup yang telah mati, sehingga materi yang diuraikan dapat diserap oleh tumbuhan yang hidup di sekitar daerah tersebut. Terdapat beberapa dekomposer yang diantaranya berasal dari bakteri, aktinomisetes, fungi, algae (ganggang), protozoa dan cacing tanah. Agen dekomposer dapat digunakan untuk mempercepat dan meningkatkan kualitas hasil pengomposan, dan telah diproduksi secara komersial, umumnya dalam bentuk konsorsium

mikroorganisme yang disebut dengan bioaktivator pengomposan atau biodekomposer (Saraswati, 2010).

Teknologi pengembangan bioaktivator pengomposan/biodekomposer, biasa disebut dengan teknologi efektif mikroorganisme, yaitu teknologi pencampuran kultur berbagai jenis mikroorganisme yang bermanfaat (bakteri fotosintetik, bakteri asam laktat, ragi, actinomycetes, dan jamur peragian) yang dapat dimanfaatkan sebagai inokulan untuk meningkatkan keragaman mikroba tanah. EM merupakan kultur jaringan berbagai jenis mikrobia yang berasal dari lingkungan alami dan secara genetika bersifat asli (tidak dimodifikasi). Pemanfaatan EM dapat memperbaiki kualitas tanah dan selanjutnya memperbaiki pertumbuhan dan produksi tanaman (Turista, 2010).

Pemanfaatan mikroba sebagai dekomposer juga menunjukkan betapa makhluk ciptaan Allah selalu mempunyai manfaat, walau sekecil dan sehinia apapun makhluk tersebut. Sekali lagi, ini menunjukkan kuasa Allah yang tak terbatas. Seperti yang telah difirmankan oleh Allah :

﴿ إِنَّ اللَّهَ لَا يَسْتَحْيِي أَنْ يَضْرِبَ مَثَلًا مَّا بَعُوضَةٌ فَمَا فَوْقَهَا ﴾

“*Sesungguhnya Allah tiada segan membuat perumpamaan berupa nyamuk atau yang lebih rendah dari itu.....*” (QS. Al-Baqarah: 26).

2.4 Tinjauan Probiotik

Probiotik atau “Probiotics” berasal dari bahasa Yunani yang artinya “untuk hidup” (pro= untuk dan biotic = hidup). Istilah kata probiotik pertama kali dipopulerkan oleh Lilley dan Stillwell (1965), untuk menjelaskan suatu zat yang disekresikan oleh mikroba yang mampu menstimulasi pertumbuhan organisme

lain dengan cara menyeimbangkan keberadaan mikroba patogen. Hal ini menjelaskan ayat Allah dalam QS Al-Mulk ayat 3-4 Allah SWT bahwa segala sesuatu selalu diciptakan dalam kondisi seimbang.

الَّذِي خَلَقَ سَبْعَ سَمَاوَاتٍ طِبَاقًا ۗ مَا تَرَىٰ فِي خَلْقِ الرَّحْمَنِ مِن تَفَوُّتٍ ۗ فَارْجِعِ الْبَصَرَ هَلْ تَرَىٰ مِن فُطُورٍ ۗ ثُمَّ ارْجِعِ الْبَصَرَ كَرَّتَيْنِ يَنقَلِبْ إِلَيْكَ الْبَصَرُ خَاسِئًا وَهُوَ حَسِيرٌ ﴿٤﴾

“Yang telah menciptakan tujuh langit berlapis-lapis, kamu sekali-kali tidak melihat pada ciptaan Tuhan Yang Maha Pemurah sesuatu yang tidak seimbang. Maka lihatlah berulang-ulang, adakah kamu lihat sesuatu yang tidak seimbang?. Kemudian pandanglah sekali lagi niscaya penglihatanmu akan kembali kepadamu dengan tidak menemukan sesuatu cacat dan penglihatanmu itu pun dalam keadaan payah”. (QS, Al-Mulk: 3-4)

Menurut Afrianto (1992) Penggunaan probiotik menjadi salah satu upaya yang bisa dilakukan oleh manusia sebagai upaya menjaga kelestarian lingkungan karena probiotik mempunyai banyak manfaat yaitu (1) Mengandung mikroorganismenya hidup, seperti: sel-sel kering beku, atau dalam produk fermentasi yang dapat dimanfaatkan untuk pembuatan kompos (2) tidak mengakibatkan pencemaran lingkungan yang akan mengingkari kodrat manusia sebagai khalifah yang harus menjaga dan melindungi dunia tempatnya hidup. Perintah Allah kepada manusia dituntut untuk menjaga kelestarian lingkungan. Manusia yang diciptakan oleh Allah sebagai kholifah berperan untuk menentukan keseimbangan ekosistem, seperti dalam QS. Al-Araaf ayat 56:

وَلَا تُفْسِدُوا فِي الْأَرْضِ بَعْدَ إِصْلَاحِهَا وَادْعُوهُ خَوْفًا وَطَمَعًا إِنَّ رَحْمَتَ اللَّهِ قَرِيبٌ مِّنَ

الْمُحْسِنِينَ ﴿٥٦﴾

“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”. (QS. Al-araaf : 56)

Afrianto (2002) menjelaskan bahwa probiotik adalah *feed additive* berupa mikroba hidup menguntungkan yang mempengaruhi inang melalui perbaikan keseimbangan mikroorganisme dalam saluran pencernaan. Probiotik dapat berupa satu atau beberapa jenis mikroorganisme (mikroorganisme tunggal atau kultur campuran). Genus bakteri yang sering digunakan adalah *Lactobacillus*, *Leuconoctoc*, *Pedioccus*, *Propinibacterium*, dan *Bacillus*. Dari spesies ragi meliputi *Saccharomyces cerevisiae* dan *Candida pintolopesi*, serta jamur meliputi *Aspergillus niger* dan *Aspegillus oryzae*. Probiotik yang biasa digunakan dalam budidaya antara lain ; *Bacillus licheniformis* (Bakteri Nitrifikasi), merubah senyawa nitrat dasar tambak menjadi nitrit makanan plankton, bakteri Fotosintetik (*Photo synthetic-bacteria*), menggunakan N⁻ anorganik untuk mengoksidasi gas H₂S menjadi sulfur melalui proses fotosintesa (Afrianto, 2002).

2.5 Media Pembawa (Molasses)

Pond dkk., (1995) menyatakan bahwa *molases* adalah limbah utama industri pemurnian gula. Molases merupakan sumber energi yang esensial dengan kandungan glukosa didalamnya. Oleh karena itu, molases telah banyak dimanfaatkan sebagai bahan tambahan pakan ternak dengan kandungan nutrisi

atau zat gizi yang cukup baik. *Molasses* memiliki kandungan protein kasar 3,1 %; serat kasar 0,6 %; BETN 83,5 %; lemak kasar 0,9 %; dan abu 11,9 %.

Molasses dapat dibedakan menjadi dua, yaitu: (1) *Cane-molasses*, merupakan molasses yang memiliki kandungan 25 – 40 % sukrosa dan 12 – 25 % gula pereduksi dengan total kadar gula 50 – 60 % atau lebih. Kadar protein kasar sekitar 3 % dan kadar abu sekitar 8 – 10 %, yang sebagian besar terbentuk dari K, Ca, Cl, dan garam sulfat; (2) *Beet-molasses* merupakan pakan pencahar yang normalnya diberikan pada ternak dalam jumlah kecil (Cheeke, 1999; McDonald dkk., 2001).

Keuntungan molases sebagai medium pembawa adalah kadar karbohidrat tinggi (48-60%), kadar mineral cukup untuk perkembangan mikroorganisme artinya molases yang mengandung cukup gula dan mineral apabila dicampur ke dalam produk komersial yang berisi mikroorganisme akan membantu mempertahankan lingkungan mikroba. Molases juga mengandung vitamin B kompleks dan unsur-unsur mikro yang penting bagi kehidupan mikroorganisme seperti kobalt, boron, jodium, tembaga, mangan dan seng (Cheeke, 1999; McDonald dkk., 2001)..

Kadar air dalam cairan *molases* yaitu 15 – 25 % dan cairan tersebut berwarna hitam serta berupa sirup manis. *Molases* dapat digunakan sebagai bahan pakan untuk sejumlah industri fermentasi untuk membantu proses fermentasi yang dilakukan oleh bakteri (Anonim, 1993).

2.6 Identifikasi

Mahluk hidup yang diciptakan oleh Allah SWT mempunyai bermacam-macam bentuk dan ukuran. Demikian halnya dengan mikroba yang mempunyai bentuk dan ukuran yang beragam. Meskipun begitu, mikroba tetap bisa menjalankan proses-proses yang menunjang kehidupannya sebagai mahluk uniseluler. Allah berkuasa menjadikan mereka dalam bentuk yang demikian sederhana tapi tetap mampu bertahan hidup layaknya organisme tingkat tinggi. Hal tersebut sesuai dengan firman Allah SWT dalam QS. Al-Imran ayat 191 :

الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَمًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَذَا بَطْلًا سُبْحَانَكَ فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ ﴿١٩١﴾

“(yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri atau duduk dalam keadaan berbaring dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata):”ya Tuhan, tiadalah Engkau menciptakan ini dengan sia-sia, Maha Suci Engkau, maka peliharalah kami dari siksa neraka” (QS.al-imran:191).

Satu dari sekian cara untuk menentukan peran bakteri, baik yang menguntungkan ataupun merugikan dalam kehidupan adalah melalui proses isolasi dan identifikasi. Prinsip isolasi bakteri adalah pemisahan suatu mikroba dari mikroba lainnya sehingga diperoleh kultur murni yang berasal dari satu konsorsium untuk diketahui jenisnya. Langkah awal dalam proses identifikasi adalah pengamatan dan pencatatan ciri morfologi serta ciri lainnya. Identifikasi bakteri didasarkan pada berbagai macam sifat bakteri seperti sifat biokimia, morfologi koloni dan morfologi selnya. Menurut Lay (1994) mengamati

mikroorganisme berdasarkan bentuk, ukuran dan penataan tidaklah cukup untuk melakukan identifikasi. Ciri lainnya seperti sifat pewarnaan, pola pertumbuhan koloni dan reaksi pertumbuhan pada karbohidrat sangat membantu dalam proses identifikasi mikroba.

2.7 Media Pertumbuhan Mikroba

Medium pertumbuhan (disingkat medium) adalah tempat untuk menumbuhkan mikroba. Mikroba memerlukan nutrisi untuk memenuhi kebutuhan energi dan untuk bahan pembangun sel, untuk sintesa protoplasma dan bagian-bagian sel lain. Setiap mikroba mempunyai sifat fisiologi tertentu, sehingga memerlukan nutrisi tertentu pula. Susunan kimia sel mikroba relatif tetap, baik unsur kimia maupun senyawa yang terkandung di dalam sel. Dari hasil analisis kimia diketahui bahwa penyusun utama sel adalah unsur kimia C, H, O, N, dan P, yang jumlahnya $\pm 95\%$ dari berat kering sel, sedangkan sisanya tersusun dari unsur-unsur lain. Apabila dilihat susunan senyawanya, maka air merupakan bagian terbesar dari sel, sebanyak 80-90 %, dan bagian lain sebanyak 10-20 % terdiri dari protoplasma, dinding sel, lipida untuk cadangan makanan, polisakarida, polifosfat, dan senyawa lain (Volk, dan Wheeler, 1993).

Mikroorganisme dapat ditumbuhkan pada suatu substrat yang disebut medium, setiap mikroorganisme membutuhkan medium tumbuh yang sesuai dengan kebutuhan jenis-jenis mikroorganisme yang bersangkutan. Beberapa mikroorganisme dapat hidup baik pada medium yang sangat sederhana yang hanya mengandung garam anorganik di tambah sumber karbon organik seperti

gula. Sedangkan mikroorganisme lainnya memerlukan suatu medium yang sangat kompleks yaitu berupa medium ditambahkan darah atau bahan-bahan kompleks lainnya (Volk, dan Wheeler, 1993).

Bagian terpenting dari suatu medium adalah nutrisi yang merupakan substansi dengan berat molekul rendah dan mudah larut dalam air. Nutrisi adalah degradasi dari nutrisi dengan molekul yang kompleks. Nutrisi dalam medium harus memenuhi kebutuhan dasar makhluk hidup, yang meliputi air, karbon, energi, mineral dan faktor tumbuh (Label, 2008).

Setiap unsur nutrisi mempunyai peran tersendiri dalam fisiologi sel. Unsur tersebut diberikan ke dalam medium sebagai kation garam anorganik yang jumlahnya berbeda-beda tergantung pada keperluannya. Beberapa golongan mikroba misalnya diatomae dan alga tertentu memerlukan silika (Si) yang biasanya diberikan dalam bentuk silikat untuk menyusun dinding sel. Fungsi dan kebutuhan natrium (Na) untuk beberapa jasad belum diketahui jumlahnya. Natrium dalam kadar yang agak tinggi diperlukan oleh bakteri tertentu yang hidup di laut yaitu algae hijau biru, dan bakteri fotosintetik. Natrium tersebut tidak dapat digantikan oleh kation monovalen yang lain (Label, 2008).

Jasad hidup dapat menggunakan makanannya dalam bentuk padat maupun cair (larutan). Jasad yang dapat menggunakan makanan dalam bentuk padat tergolong tipe holozoik, sedangkan yang menggunakan makanan dalam bentuk cair tergolong tipe holofitik. Jasad holofitik dapat pula menggunakan makanan dalam bentuk padat, tetapi makanan tersebut harus dicernakan lebih dulu di luar

sel dengan pertolongan enzim ekstraseluler. Pencernaan di luar sel ini dikenal sebagai *extracorporeal digestion* (Anonim, 2001).

Bahan makanan yang digunakan oleh jasad hidup dapat berfungsi sebagai sumber energi, bahan pembangun sel, dan sebagai aseptor atau donor elektron. Dalam garis besarnya bahan makanan dibagi menjadi tujuh golongan yaitu (1) Air, air merupakan komponen utama sel mikroba dan medium. Fungsi air adalah sebagai sumber oksigen untuk bahan organik sel pada respirasi. Selain itu air berfungsi sebagai pelarut dan alat pengangkut dalam metabolisme (2) Sumber energy, ada beberapa sumber energi untuk mikroba yaitu senyawa organik atau anorganik yang dapat dioksidasi dan cahaya terutama cahaya matahari (3) Sumber karbon, sumber karbon untuk mikroba dapat berbentuk senyawa organik maupun anorganik. Senyawa organik meliputi karbohidrat, lemak, protein, asam amino, asam organik, garam asam organik, polialkohol, dan sebagainya. Senyawa anorganik misalnya karbonat dan gas CO_2 yang merupakan sumber karbon utama terutama untuk tumbuhan tingkat tinggi (4) Sumber aseptor electron, proses oksidasi biologi merupakan proses pengambilan dan pemindahan elektron dari substrat. Karena elektron dalam sel tidak berada dalam bentuk bebas, maka harus ada suatu zat yang dapat menangkap elektron tersebut. Penangkap elektron ini disebut aseptor elektron. Aseptor elektron ialah agensia pengoksidasi. Pada mikrobial yang dapat berfungsi sebagai aseptor elektron ialah O_2 , senyawa organik, NO_3^- , NO_2^- , N_2O , SO_4 , CO_2 , dan Fe_3^+ (5) Sumber mineral, mineral merupakan bagian dari sel. Unsur penyusun utama sel ialah C, O, N, H, dan P. unsur mineral lainnya yang diperlukan sel ialah K, Ca, Mg, Na, S, Cl. Unsur

mineral yang digunakan dalam jumlah sangat sedikit ialah Fe, Mn, Co, Cu, Bo, Zn, Mo, Al, Ni, Va, Sc, Si, Tu, dan sebagainya yang tidak diperlukan jasad. Unsur yang digunakan dalam jumlah besar disebut unsur makro, dalam jumlah sedang unsur oligo, dan dalam jumlah sangat sedikit unsur mikro. Unsur mikro sering terdapat sebagai ikutan (impurities) pada garam unsur makro, dan dapat masuk ke dalam medium lewat kontaminasi gelas tempatnya atau lewat partikel debu. Selain berfungsi sebagai penyusun sel, unsur mineral juga berfungsi untuk mengatur tekanan osmose, kadar ion H^+ (kemasaman, pH), dan potensial oksidasi-reduksi (redox potential) medium (6) Faktor tumbuh, faktor tumbuh ialah senyawa organik yang sangat diperlukan untuk pertumbuhan (sebagai prekursor, atau penyusun bahan sel) dan senyawa ini tidak dapat disintesis dari sumber karbon yang sederhana. Faktor tumbuh sering juga disebut zat tumbuh dan hanya diperlukan dalam jumlah sangat sedikit. Berdasarkan struktur dan fungsinya dalam metabolisme, faktor tumbuh digolongkan menjadi asam amino, sebagai penyusun protein; base purin dan pirimidin, sebagai penyusun asam nukleat; dan vitamin sebagai gugus prostetis atau bagian aktif dari enzim (7) Sumber nitrogen, mikroba dapat menggunakan nitrogen dalam bentuk amonium, nitrat, asam amino, protein, dan sebagainya. Jenis senyawa nitrogen yang digunakan tergantung pada jenis jasadnya. Beberapa mikroba dapat menggunakan nitrogen dalam bentuk gas N_2 (zat lemas) udara. Mikroba ini disebut mikrobia penambat nitrogen (Fardiaz, 2001).

Susunan dan kadar nutrisi suatu medium untuk pertumbuhan mikroba harus seimbang agar mikroba dapat tumbuh optimal. Hal ini perlu dikemukakan

mengingat banyak senyawa yang menjadi zat penghambat atau racun bagi mikroba jika kadarnya terlalu tinggi (misalnya garam dari asam lemak, gula, dan sebagainya). Banyak alga yang sangat peka terhadap fosfat anorganik. Disamping itu dalam medium yang terlalu pekat aktivitas metabolisme dan pertumbuhan mikroba dapat berubah. Perubahan faktor lingkungan menyebabkan aktivitas fisiologi mikroba dapat terganggu, bahkan mikroba dapat mati. Medium memerlukan kemasaman (pH) tertentu tergantung pada jenis jasad yang ditumbuhkan. Aktivitas metabolisme mikroba dapat mengubah pH, sehingga untuk mempertahankan pH medium ditambahkan bahan buffer. Beberapa komponen penyusun medium dapat juga berfungsi sebagai buffer (Label, 2008).

2.7.1 Macam Medium Pertumbuhan

Menurut Sumarsih 2003, mengatakan bahwa untuk menumbuhkan bakteri terdapat bermacam-macam medium yang dapat digunakan, diantaranya adalah (1) Medium dasar/ basal mineral, medium dasar adalah medium yang mengandung campuran senyawa anorganik. (2) Medium sintetik, medium sintetik adalah medium yang seluruh susunan kimia dan kadarnya telah diketahui dengan pasti (3) Medium kompleks, medium kompleks adalah medium yang susunan kimianya belum diketahui dengan pasti. (4) Medium diperkaya, medium diperkaya adalah medium yang ditambah zat tertentu yang merupakan nutrisi spesifik untuk jenis mikroba tertentu. Medium ini digunakan untuk membuat kultur diperkaya (*enrichment culture*) dan untuk mengisolasi mikroba spesifik, dengan cara mengatur faktor lingkungan (suhu, pH, cahaya), kebutuhan nutrisi spesifik dan

sifat fisiologinya. Dengan demikian dapat disusun medium diperkaya untuk bakteri yang bersifat *kemoheterotrof*, *kemoototrof*, *fotosintetik*, dan untuk mikroba lain yang bersifat spesifik.

2.7.2 Medium Selektif

Media selektif (selektif medium) /media penghambat adalah media yang ditambah zat kimia tertentu yang bersifat selektif untuk mencegah pertumbuhan mikroba lain sehingga dapat mengisolasi mikroba tertentu, misalnya media yang mengandung kristal violet pada kadar tertentu, dapat mencegah pertumbuhan bakteri gram positif tanpa mempengaruhi bakteri gram negatif. Media ini selain mengandung nutrisi juga ditambah suatu zat tertentu sehingga media tersebut dapat menekan pertumbuhan mikroba lain dan merangsang pertumbuhan mikroba yang diinginkan. Contohnya adalah Luria Bertani medium yang ditambah Amphisilin untuk merangsang *E.coli* resisten antibiotik dan menghambat kontaminan yang peka, *Ampiciline Salt broth* yang ditambah NaCl 4% untuk membunuh *Streptococcus agalactiae* yang toleran terhadap garam. Media ini dipakai untuk menyeleksi mikroorganisme sesuai dengan yang diinginkan, jadi hanya satu jenis mikroorganisme saja yang dapat tumbuh dalam media ini atau hanya satu kelompok tertentu saja. Contohnya EMB (*Eosin Metilen Blue*) Agar, *Mac Conkey Agar* (MCA), Media selektif untuk isolasi dan identifikasi bakteri Gram negatif terutama bakteri yang berasal dari tinja dan urin. *Salmonella Shigella Agar* (SSA), Merupakan media yang mempunyai selektivitas tinggi untuk isolasi *salmonella sp.* (Asmuin, 1996).

Media selektif yang sering digunakan dalam penelitian ini, antara lain (1) *Eosin metilen blue* (EMB), seperti namanya, berisi zat warna eosin dan metilen biru agar. EMB adalah selektif karena zat warna anilin dalam media ini ungu menghambat pertumbuhan organisme Gram-positif. Laktosa fermentor memetabolisme laktosa dalam media dan menghasilkan produk samping asam yang menyebabkan perubahan warna di koloni itu. Jadi, EMB juga merupakan media diferensial. Asam kuat yang di produksi oleh organisme seperti *E. coli* akan menghasilkan warna kemilau hijau metalik pada medium tersebut. Bakteri yang memfermentasi laktosa, akan muncul dengan koloni dengan warna ungu-merah muda, sedangkan koloni dari fermentor non laktosa tetap tidak berwarna, atau setidaknya tidak lebih gelap dari warna media (Johnson,1998) (2) *Thiosulfate Citrate Bilesalt Sucrose Agar* (TCBSA), merupakan media selektif untuk pertumbuhan bakteri dari genus *Bacillus* (Anonim, 2010) (3) MRSA Sering disingkat MRS, yaitu medium pertumbuhan genus *Lactobacillus* yang dinamai sesuai nama penemunya, de Man, Rogosa dan Sharpe. Media ini mulai dikembangkan pada tahun 1960, dan dirancang untuk mendukung pertumbuhan *Lactobacillus* dalam skala laboratorium. Media ini mengandung natrium asetat yang dapat menekan pertumbuhan bakteri lainnya. (4) *Pseudomonas selective isolation* (PSI) merupakan media selektif bagi pertumbuhan genus pseudomonas, media ini mengandung 350 mikrogram nitrofurantoin dan 2 mikrogram crystal violet per ml medium (Anonim, 2010).