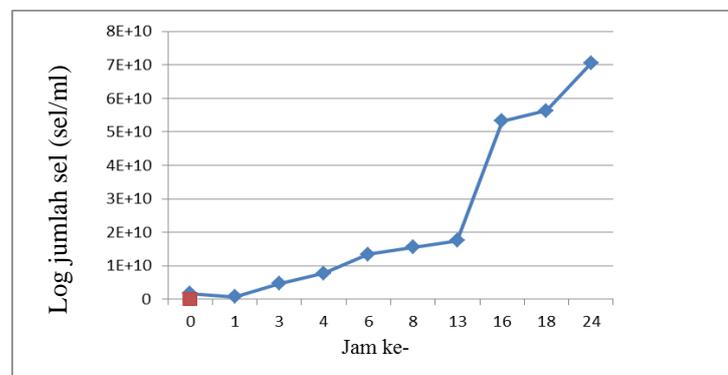


BAB IV

PEMBAHASAN

4.1 Kurva Pertumbuhan *Lactobacillus plantarum*

Pertumbuhan *Lactobacillus plantarum* (Gambar 4.1) ditandai dengan meningkatnya nilai densitas (kekeruhan) medium sejalan dengan meningkatnya lama waktu inkubasi pada suhu 37°C. Tahapan fase yang terjadi pada pertumbuhan *Lactobacillus plantarum* dalam medium MRSB meliputi fase lambat (*Lag Phase*) terjadi pada jam ke-0 sampai jam ke-1 karena pada jam awal inkubasi ini densitas belum meningkat secara nyata. Pada fase lambat ini populasi *Lactobacillus plantarum* belum mengalami pertumbuhan yang berarti, dikarenakan baru saja menyesuaikan dalam medium yang baru. Menurut Madigan *et al.* (2000) dalam Astuti dan Rahmawati (2010), hal tersebut menyebabkan sel belum dapat melakukan reproduksi atau pembelahan, tetapi masih beradaptasi dengan medium atau lingkungan barunya. Pada fase lambat ini memungkinkan terjadinya penambahan ukuran sel, tetapi bukan pada jumlah selnya.



Gambar 4.1: Grafik kurva pertumbuhan *L. plantarum* pada media MRS broth

Fase logaritmik (*Exponential Phase*) ditandai dengan bertambahnya populasi secara signifikan. Jumlah sel meningkat setelah jam ke-1 sampai jam ke-24. Sebelum perlakuan terhadap uji probiotik inokulum yang dipakai untuk perlakuan diambil pada inkubasi jam ke-18, karena pada jam ke-18 merupakan jam akhir dari fase logaritmik. Menurut Djide dan Sartini (2008), umumnya bakteri asam laktat menghasilkan senyawa metabolit primer seperti asam laktat, asam asetat, dan hidrogen peroksida pada fase logaritmik dan fase stasioner. Fardiaz (1988), metabolit primer seperti asam laktat, asam asetat dan hidrogen peroksida berfungsi sebagai antibakteri. Menurut Sarkono *et al.*, (2006), Giraud *et al.*, (1994) dalam Harmayani *et al.*, (2009), bakteri asam laktat memproduksi metabolit primer pada akhir fase logaritmik jam ke-18 sampai jam ke-24. Yuliana (2007), menyatakan bahwa untuk bakteri asam laktat fase logaritmik biasanya dicapai pada inkubasi 18 – 24 jam tergantung media dan jenis BAL. Widyastuti *et al.*, (1992), menambahkan pertumbuhan yang optimum dari beberapa bakteri asam laktat (*Lactobacillus plantarum*, *L. acidophilus*, dan *L. lactis*) dicapai pada waktu inkubasi jam ke-18.

Fase eksponensial populasi sudah mulai beradaptasi dengan medium dan dapat melakukan reproduksi melalui proses pembelahan sel (*binary fission*). Selama fase eksponensial terjadi peningkatan (penggandaan) jumlah sel dalam populasi (Astuti dan Rahmawati, 2010). Jumlah *Lactobacillus plantarum* pada umur 18 jam mencapai 10^{10} sel/ml ekuivalen 11,75 (Lampiran 6). Menurut Rostini (2007), jumlah *Lactobacillus plantarum* 10^{10} CFU/ml berada di akhir fase logaritmik. *Lactobacillus plantarum* diketahui kecepatan tumbuh spesifik pada

fase eksponensial. Tujuan dari pengukuran sel bakteri menggunakan densitas optik (OD) adalah memudahkan aplikasi pemanfaatan starter dengan populasi yang diinginkan tanpa harus menghitung jumlah bakteri terlebih dahulu. Dengan demikian starter yang digunakan untuk penelitian selanjutnya hanya disesuaikan dengan nilai OD ($\lambda = 600 \text{ nm}$) yang diperoleh pada kurva pertumbuhan kultur pada jam ke-18.

4.2 Ketahanan *Lactobacillus plantarum* Terhadap pH Asam

Uji ketahanan *Lactobacillus plantarum* terhadap asam dalam penelitian ini dilakukan terhadap pH 2, 3, dan 4. Menurut Husoda *et al.* (1996), pada saluran pencernaan, pH merupakan faktor penting yang mendukung fungsi pencernaan. Hasil ketahanan *Lactobacillus plantarum* terhadap pH 2, 3, dan 4 disajikan dalam Tabel 4.1.

Tabel 4.1: Data Hasil Uji Ketahanan *Lactobacillus plantarum* Terhadap pH Asam

pH	Jumlah awal sel bakteri (CFU/ml)	Jumlah sel bakteri (CFU/ml)			Rata-rata
		Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	
2	$1 \cdot 10^9$	$7 \cdot 10^5$	$1,3 \cdot 10^8$	$5 \cdot 10^5$	$4,3 \cdot 10^7$
3	$1 \cdot 10^9$	$7,7 \cdot 10^9$	$1 \cdot 10^9$	$2,7 \cdot 10^9$	$3,8 \cdot 10^9$
4	$1 \cdot 10^9$	$2,3 \cdot 10^{10}$	$1,5 \cdot 10^9$	$5,5 \cdot 10^{10}$	$2,7 \cdot 10^{10}$

Berdasarkan data Tabel 4.1 menunjukkan bahwa jumlah bakteri asam laktat yang hidup, yaitu dengan rata-rata pada pH 2 sebesar $4,3 \cdot 10^7$ CFU/ml, pH 3 sebesar $3,8 \cdot 10^9$ CFU/ml dan pada pH 4 sebesar $2,7 \cdot 10^{10}$ CFU/ml. Jumlah inokulum awal yang ditambahkan pada jam ke nol adalah 10^9 CFU/ml, menurut

Raccach *et al.*, (1979) dalam Rostini (2007), starter bakteri asam laktat yang digunakan untuk uji probiotik sebanyak 10^8 sampai 10^9 CFU/ml.

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa pada pH 2 jumlah sel bakteri *Lactobacillus plantarum* yang hidup mengalami penurunan 2 log (penurunan sebesar 10^{-2}), pada pH 3 tidak mengalami penurunan dari jumlah sel bakteri yang hidup dan pada pH 4 jumlah sel bakteri *Lactobacillus plantarum* yang hidup mengalami kenaikan sebesar 1 log (10^1). Dari hasil pengamatan sesuai dengan pernyataan Triyana dan Nurhidayati (2007), dalam keadaan asam, *Lactobacillus* mampu mempertahankan kadar keasaman sitoplasmanya sehingga protein dan enzim yang berada di dalam sel tetap dapat bekerja secara optimal. Karakter inilah yang menyebabkan *Lactobacillus* sangat ideal sebagai probiotik saluran pencernaan, karena salah satu persyaratan probiotik yang baik yaitu tahan terhadap keasaman hingga pH 2. Hal ini diperlukan mikroba probiotik harus tetap dapat hidup hingga di saluran pencernaan.

Berdasarkan hasil pengujian ketahanan terhadap pH asam menunjukkan bahwa *Lactobacillus plantarum* yang diisolasi dari usus halus itik Mojosari berpotensi sebagai kandidat probiotik karena mampu tumbuh pada kisaran pH asam dan sesuai dengan pernyataan Kimoto *et al.* (1999), bakteri probiotik akan mempunyai efek pada lingkungan usus apabila jumlah populasi dari bakteri tersebut mencapai minimal $10^6 - 10^8$ CFU/ml.

Bakteri asam laktat merupakan mikroorganisme yang dapat hidup pada kisaran pH yang luas. Kondisi keasaman lambung berfungsi sebagai pintu gerbang pertama untuk melakukan seleksi bakteri sebelum masuk ke usus.

Toleransi terhadap pH asam merupakan salah satu syarat penting suatu bakteri asam laktat untuk dapat menjadi probiotik. Hal tersebut disebabkan bila *Lactobacillus plantarum* masuk ke dalam saluran pencernaan hewan ternak unggas, maka *Lactobacillus plantarum* harus mampu bertahan dari pH asam lambung dan perut yang mempunyai pH sangat rendah antara 2 – 4. Sebelum mencapai saluran pencernaan bakteri seleksi uji probiotik harus mampu bertahan saat melewati lambung yang pHnya rendah. Dan dari hasil pengamatan menunjukkan bahwa *Lactobacillus plantarum* tersebut mampu tumbuh dalam kisaran pH asam dengan jumlah sel bakteri yang tumbuh tercantum pada Tabel 4.1.

Saat kondisi puasa (kosong tanpa adanya makanan), pH lambung berkisar antara 1,0 – 2,0 (Wahyudi dan Samsundari, 2008). Pernyataan tersebut ditunjang oleh Mallory *et al.* (1973), ketahanan terhadap asam lambung, berkaitan dengan sifat probiotik yang penting untuk bertahan hidup di dalam lambung. Supaya probiotik dapat bekerja secara efektif, perlu seleksi strain yang mampu bertahan pada kondisi asam.

Salah satu faktor penting dalam pertumbuhan bakteri adalah nilai pH. Bakteri memerlukan suatu pH optimum (6,5 – 7,5) untuk tumbuh optimal. Nilai pH minimum dan maksimum untuk pertumbuhan kebanyakan spesies bakteri adalah 4 dan 9. Pengaruh pH terhadap pertumbuhan bakteri ini berkaitan dengan aktivitas enzim. Enzim dibutuhkan oleh bakteri untuk mengkatalis reaksi-reaksi yang berhubungan dengan pertumbuhan bakteri. Apabila pH dalam suatu medium atau lingkungan tidak optimal, maka akan mengganggu kerja enzim-enzim

tersebut, yang pada akhirnya akan mempengaruhi pertumbuhan bakteri itu sendiri (Pelczar dan Chan, 1986).

Perubahan pH yang sangat ekstrim tidak sesuai untuk pertumbuhan dapat menyebabkan terjadinya perubahan dalam aktivitas katalik enzim. Perubahan ini terjadi karena adanya perubahan ionisasi pada gugus ionik enzim di sisi aktifnya atau pada sisi lain yang secara tidak langsung mempengaruhi sisi aktif enzim tersebut. Perubahan pH menyebabkan sisi aktif enzim mengalami protonisasi atau deprotonisasi sehingga mempunyai muatan yang berbeda dengan kondisi awalnya. Terjadinya perubahan sisi aktif ini menyebabkan enzim berkurang aktivitasnya (Pelczar dan Chan, 1986). Jadi seharusnya pada pH 2 (sangat asam), bakteri tidak tumbuh, namun dari hasil pengujian ternyata *Lactobacillus plantarum* dapat tumbuh dengan jumlah $4,3 \cdot 10^7$ CFU/ml, dari hasil tersebut maka *Lactobacillus plantarum* ini berpotensi sebagai kandidat probiotik.

Berdasarkan penelitian Muhibbah (2011), *Lactobacillus plantarum* hasil isolasi dari sayuran dan rumput gajah yang di uji ketahanannya terhadap pH 2 dengan jumlah sel yang hidup sebesar $2,7 \cdot 10^7$ CFU/ml, pH 3 sebesar $3 \cdot 10^7$ CFU/ml, dan pada pH 4 sebesar $4,9 \cdot 10^7$ CFU/ml. Dengan spesies bakteri yang sama tapi sumber isolasinya berbeda namun sama memiliki potensi sebagai kandidat probiotik karena jumlah sel bakteri yang tumbuh mencapai minimal $10^6 - 10^8$ CFU/ml.

Beberapa penelitian membandingkan kemampuan bakteri gram positif dan gram negatif untuk bertahan pada kondisi ekstrim. Greenacre *et al.* (2003) membandingkan antara *Salmonella thyphimurium* (Gram negatif) dan *Listeria*

monocytogenes (Gram positif). Kemampuan asam organik (asam asetat dan asam laktat) untuk membunuh bakteri tergantung pada waktu adaptasi dan strain *Salmonella thyphimurium* mempunyai waktu adaptasi yang lebih lama dibandingkan dengan *Listeria monocytogenes*. Waktu adaptasi merupakan lama waktu dimana suatu bakteri mampu untuk mempertahankan pH intraselulernya lebih tinggi daripada pH ekstraselulernya. Adaptasi suatu bakteri mempunyai keterbatasan, ketika bakteri tersebut melewati batas kritis dari adaptasi maka pertahanan bakteri tersebut akan lemah dan rentan terhadap efek letal dari asam. Penelitian ini dapat disimpulkan bahwa bakteri Gram negatif mampu lebih lama bertahan pada kondisi asam daripada Gram positif.

Pernyataan tersebut bisa disimpulkan bahwa *Lactobacillus plantarum* dengan salah satu kriteria Gram positif ternyata tahan terhadap kondisi pH sangat ekstrim, hal ini merupakan salah satu keistimewaan dari bakteri tersebut, sehingga bakteri ini dapat diaplikasikan sebagai produk probiotik. Berdasarkan dari hasil pengujian terhadap pH 2, 3, dan 4, menunjukkan bahwa *Lactobacillus plantarum* mampu melewati lambung yang menghasilkan asam sehingga sel bakteri mampu sampai pada usus bagian bawah untuk dapat menekan bakteri patogen yang menghuni saluran pencernaan.

Husoda *et al.* (1996), menyatakan bahwa pada saluran pencernaan, pH merupakan faktor penting yang mendukung fungsi pencernaan. Perut mempunyai pH yang sangat rendah antara 2 – 4. Kondisi ini penting untuk pencernaan dan membunuh bakteri patogen dalam makanan. Pada saluran pencernaan pH meningkat secara bertahap sampai pada usus besar (kolon). Bakteri asam laktat

lebih menyukai lingkungan asam, sedangkan kondisi basa lebih disukai oleh bakteri putrefaktif (bakteri pembusuk). Menambahkan dari Holt *et al.* (1994), apabila pH pada saluran pencernaan dalam kondisi asam, maka bakteri patogen tidak dapat bertahan hidup sedangkan bakteri non patogen dapat meningkat pertumbuhannya, contohnya *Lactobacillus* sp. tumbuh optimum pada pH 5,4 - 6,4 sedangkan *Salmonella* sp. tumbuh optimum pada pH 6,8 - 7,2.

Allah Maha Pengasih dan Penyayang kepada setiap makhluknya, seperti terlihat pada bakteri asam laktat *Lactobacillus plantarum* yang mampu hidup dalam kondisi pH yang ekstrim (pH 2) didalam lambung makhluk-makhluk yang di kasihi-Nya. Secara tidak langsung dapat kita lihat betapa Allah sangat menyayangi hambaNya lewat perantara makhluk-makhluk kecil seperti bakteri asam laktat yang dapat menjaga ekosistem mikroflora dalam saluran pencernaan dari serangan bakteri-bakteri patogen penginfeksi suatu penyakit. Sebagaimana dijelaskan dalam surat al-Fatihah ayat 2 - 4 sebagai berikut:

اَلْحَمْدُ لِلّٰهِ رَبِّ الْعٰلَمِيْنَ ﴿١﴾ الرَّحْمٰنِ الرَّحِيْمِ ﴿٢﴾ مَلِكِ يَوْمِ الدِّيْنِ ﴿٣﴾

“Segala puji bagi Allah, Tuhan semesta alam, Maha Pemurah lagi Maha Penyayang, yang menguasai di hari Pembalasan” (QS. al-Fatihah: 2-4).

Menurut Kimoto *et al.* (1999) dalam Muhibbah (2010), menyatakan bahwa paparan pada kondisi yang sangat asam dapat mengakibatkan kerusakan membran dan lepasnya komponen intraseluler hilangnya komponen - komponen intraseluler seperti Mg, K dan lemak dari sel, yang mampu menyebabkan kematian bakteri yang tidak tahan asam. Sedangkan bakteri tahan asam memiliki ketahanan yang lebih besar terhadap kerusakan membran akibat terjadinya

penurunan pH ekstraseluler dibandingkan dengan bakteri yang tidak tahan terhadap asam. Menurut Bender dan Marquis (1987), ketahanan *Lactobacilli* pada pH rendah terjadi karena (1) kemampuannya dalam mempertahankan pH internal lebih alkali dari pada pH eksternal, (2) mempunyai membran sel yang lebih tahan terhadap kebocoran sel akibat terpapar pH rendah.

Firman Allah SWT dalam surat al-Baqarah ayat 168 yang berbunyi:

يَأْتِيهَا النَّاسُ كُلُّوْا مِمَّا فِي الْأَرْضِ حَلَالًا طَيِّبًا وَلَا تَتَّبِعُوا خُطُوَاتِ الشَّيْطَانِ إِنَّهُ لَكُمْ عَدُوٌّ

مُبِينٌ

“Hai sekalian manusia, makanlah yang halal lagi baik dari apa yang terdapat di bumi, dan janganlah kamu mengikuti langkah-langkah syaitan; karena Sesungguhnya syaitan itu adalah musuh yang nyata bagimu” (QS. al-Baqarah: 168).

Dinyatakan dalam Az-Zabidi (2002), sebuah hadits yang terdapat dalam kitab Shahih Muslim, diriwayatkan dari ‘Iyadh bin Hamad, dari Rasulullah SAW, beliau bersabda:

“Allah Ta’ala berfirman “Sesungguhnya setiap harta yang Aku anugerahkan kepada hamba-hambaKu adalah halal bagi mereka. Dan Aku menciptakan hamba-hambaKu berada di jalan yang lurus, lalu datang syetan kepada mereka dan menyesatkan mereka dari agama mereka, serta mengharamkan atas mereka apa yang telah Aku halalkan bagi mereka”.

Selanjutnya firman Allah SWT “Sesungguhnya syaitan itu adalah musuh yang nyata bagimu”. Makna ini maksudnya agar manusia menjauhi dan waspada terhadap syaitan (sesuatu yang dilarang oleh agama). Berdasarkan dalil Al-Qur’an dan Hadits tersebut dapat diketahui bahwa tidak hanya manusia, hewan juga harus mengkonsumsi pangan yang halal lagi baik. Salah satu kandungan

dalam bahan pangan adalah adanya protein, yaitu sumber gizi yang berperan sebagai zat pembangun dan pengatur metabolisme dalam tubuh (Minarno dan Liliek, 2008).

Tersedianya makanan halal dan baik tidak lepas dari peranan teknologi, misalnya proses pengalengan, perlakuan dengan panas, fermentasi, pengepakan dan sebagainya. Halal, berarti cara memperolehnya baik dan sah untuk dikonsumsi (secara zat) serta tidak haram. Sedangkan baik berarti aman dalam makanan adalah mengkonsumsi nutrisi yang dibutuhkan dengan tidak membawa zat-zat berbahaya yang dapat membawa efek samping bagi tubuh. Termasuk dalam hal ini adalah mengkonsumsi produk kadaluarsa, memakan makanan yang kotor, mengkonsumsi makanan yang mengandung zat kimia tidak aman atau melebihi ketentuan yang disyaratkan. Makanan yang dikonsumsi tidak sekedar mengenyangkan, tetapi juga memenuhi kebutuhan nutrisi tubuh manusia dan hewan. Agar produk hasil penelitian-penelitian yang mengeksplorasi bakteri-bakteri asam laktat dapat bernilai halal juga sehat.

4.3 Ketahanan *Lactobacillus plantarum* Terhadap Garam Empedu

Usus halus dan kolon mengandung konsentrasi asam empedu yang relatif tinggi dan dapat menghambat pertumbuhan atau bahkan membunuh sebagian besar bakteri. Bakteri asam laktat yang akan diuji potensi probiotik harus mampu tumbuh pada 0,3% – 0,5% agar oxgall (Wahyudi dan Samsundari, 2008).

Tabel 4.2: Data Hasil Uji Ketahanan *Lactobacillus plantarum* Terhadap Garam Empedu 0,3% (b/v)

Perlakuan	Jumlah awal sel bakteri (CFU/ml)	Jumlah sel bakteri (CFU/ml)			Rata-rata
		Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	
0,3%	$1 \cdot 10^8$	$9,5 \cdot 10^8$	$1,5 \cdot 10^8$	$2,5 \cdot 10^9$	$1,2 \cdot 10^9$

Kontrol MRS broth $1,4 \cdot 10^9$ CFU/ml

Penelitian ini menguji *Lactobacillus plantarum* yang diisolasi dari usus halus itik petelur Mojosari mampu hidup dalam usus yang mengandung konsentrasi garam empedu 0,3% (b/v) dengan lama inkubasi 24 jam. Ketahanan *Lactobacillus plantarum* terhadap garam empedu merupakan syarat penting untuk probiotik seperti halnya ketahanan terhadap asam. Konsentrasi garam empedu 0,3% merupakan konsentrasi yang kritikal nilai yang cukup tinggi untuk menyeleksi galur yang resisten terhadap garam empedu (Gilliland *et al.*, 1984).

Berdasarkan data Tabel 4.2 dengan rata-rata jumlah bakteri yang tumbuh sebesar $1,2 \cdot 10^9$ CFU/ml dan mengalami kenaikan 1 log (10^1) karena jumlah inokulum awal yang ditambahkan pada jam ke nol adalah $1 \cdot 10^8$ CFU/ml. Jumlah *Lactobacillus plantarum* yang hidup pada garam empedu 0,3% (b/v) setelah inkubasi 24 jam hampir sama dengan jumlah sel bakteri yang hidup pada MRS broth sebagai kontrol yaitu $1,4 \cdot 10^9$ CFU/ml.

Gilliland *et al.* (1984) melaporkan bahwa *Lactobacilli* yang paling bersifat resisten terhadap garam empedu terdapat pada bagian atas usus halus (jejunum). Hal ini juga ditunjukkan oleh Yu dan Tsen (1993) dan Drouault *et al.* (1999), yang melaporkan bahwa jumlah BAL yang terdapat di jejunum lebih rendah dari pada di ileum, caecum, dan kolon. Hal ini disebabkan konsentrasi garam empedu

pada bagian jejunum paling tinggi dari pada ileum, karena lokasinya paling dekat bila garam empedu masuk ke dalam saluran usus.

Adanya toleransi terhadap garam empedu tersebut diduga disebabkan oleh peranan polisakarida sebagai salah satu komponen penyusun dinding sel bakteri gram positif (Astuti dan Rahmawati, 2010). Karena sel bakteri *Lactobacillus plantarum* pada penelitian ini mampu tumbuh dalam garam empedu sehingga bakteri tersebut berpotensi sebagai kandidat probiotik.

Menurut Ganong (1983), garam empedu merupakan garam natrium seperti *taurochlorate* dan *glycholate* yang berfungsi dalam emulsi lemak menjadi misel sehingga mudah diserap oleh mukosa usus. Beberapa jenis BAL mampu bertahan pada konsentrasi garam empedu yang lebih tinggi dari 0,3%. Garam empedu mulai disekresi dari pH 4 karena pada pH tersebut mulai terjadi pencernaan lemak di duodenum dengan enzim lipase yang diemulsikan dengan garam empedu dan lesitin.

Cairan empedu merupakan campuran dari asam empedu, kolesterol, asam lemak, fosfolipid dan pigmen empedu. Sekresi pankreas juga mengandung serangkaian enzim pencernaan. Kombinasi tersebut bersifat bakterisidal bagi mikroorganisme dalam tubuh manusia dan hewan kecuali beberapa genus penghuni usus yang tahan terhadap garam empedu. Ketahanan terhadap garam empedu merupakan prasyarat suatu isolat BAL untuk dapat membentuk koloni dan melakukan aktivitas metabolisme pada inang (Havenaar *et al.*, 1992).

Firman Allah SWT disebutkan dalam surat al-Mu'minin ayat 21 yang berbunyi:

وَإِنَّ لَكُمْ فِي الْأَنْعَامِ لَعِبْرَةً لِّذُقْتُمْ مِمَّا فِي بُطُونِهَا وَلَكُمْ فِيهَا مَنفَعٌ كَثِيرٌ وَمِنْهَا تَأْكُلُونَ ﴿٢١﴾

“Dan sesungguhnya pada binatang ternak itu ada pelajaran yang penting bagi kamu; dari dalam perutnya kami hasilkan susu yang dapat kamu minum dan pada binatang ternak itu terdapat faedah yang banyak untuk kamu dan sebagian darinya kamu makan” (QS. Al-Mu'minun: 21).

Faedah yang dapat kita temukan dari binatang ternak sangat banyak, selain susu, daging, bulu, sebagai alat transportasi pada hewan ternak golongan kambing, sapi, kuda dan sebagainya. Hewan ternak golongan unggas seperti itik juga banyak manfaat yang bisa di ambil selain telur dan daging, dalam organ pencernaan yang didalamnya terdapat mikroflora seperti bakteri asam laktat yang setelah melewati beberapa seleksi uji berpotensi sebagai probiotik, yaitu sebagai bakteri yang menguntungkan dalam sistem pencernaan serta dapat diaplikasikan sebagai produk pangan untuk kesehatan pada hewan ternak itu sendiri. Menurut Gilliland and Speek, (1977), Gilliland *et al.* (1985) dalam Astuti dan Rahmawati (2010), berdasarkan hasil penelitian diketahui mengkonsumsi produk – produk fermentasi yang mengandung bakteri asam laktat dapat menurunkan kadar kolesterol baik pada hewan maupun manusia. Pengaruh bakteri probiotik terhadap penurunan kadar kolesterol diduga karena kemampuannya dalam mengasimilasi kolesterol dan mengkonjugasi garam empedu.

Menurut Bezkorovainy (2006), halangan yang paling serius bagi ketahanan probiotik pada usus halus adalah garam empedu. Studi resistensi probiotik pada garam empedu secara *in vitro* dapat dibagi menjadi dua tipe yaitu studi ketahanan dan pertumbuhan. Studi ketahanan pada *Lactobacillus* dan *Bifidobacterium* dengan konsentrasi 0 - 1,5% selama kurang dari 3 jam, karena

Lactobacillus kebanyakan lebih tahan dari pada *Bifidobacterium*, konsentrasi yang digunakan untuk *Lactobacillus* lebih tinggi sekitar 0,3% Ovgall. Menurut Du Toit *et al.* (1999), ketahanan bakteri asam laktat terhadap garam empedu berkaitan dengan enzim *bile salt hidrolase* (BSH) yang membantu menghidrolisa garam empedu terkonjugasi, sehingga mengurangi efek racun bagi sel.

4.4 Ketahanan *Lactobacillus plantarum* Terhadap Bakteri Patogen

Salah satu kriteria yang harus dimiliki oleh BAL yang berpotensi sebagai probiotik adalah kemampuannya untuk menghambat bakteri patogen dan mampu berkompetisi dengan bakteri patogen untuk mempertahankan keseimbangan mikroflora usus (Gildberg, 1997). Dalam pengujian ini menggunakan 3 macam bakteri patogen, yaitu *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, dan *Salmonella typhi*. Ketiga bakteri patogen tersebut sering kita ketahui sebagai bakteri yang sering menginfeksi timbulnya penyakit yang menyerang saluran pencernaan baik pada manusia maupun pada hewan. Hasil uji penghambatan *Lactobacillus plantarum* terhadap ketiga bakteri patogen setelah inkubasi dapat dilihat pada Tabel 4.3.

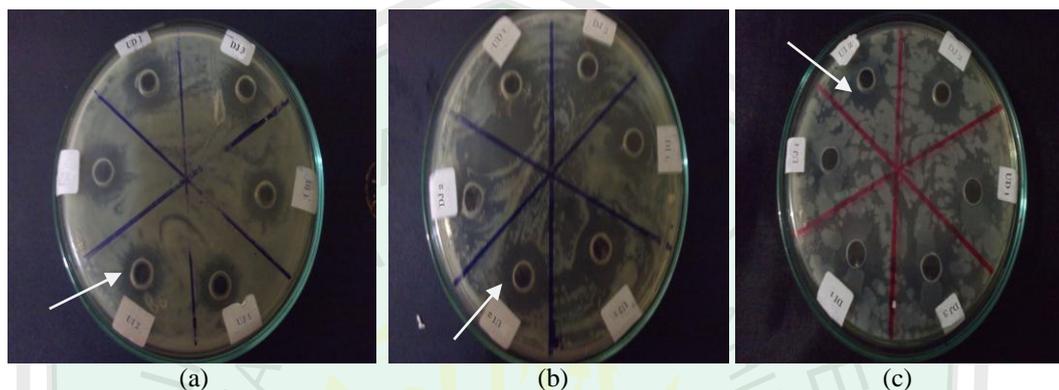
Tabel 4.3: Data Hasil Uji Penghambatan Bakteri Asam Laktat Terhadap Bakteri Patogen

Perlakuan Bakteri patogen	Diameter zona hambat (mm)			Rata-rata
	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	
<i>Escherichia coli</i>	10	13	15	12,7
<i>Staphylococcus aureus</i>	17	14	9	13,3
<i>Salmonella typhi</i>	9	9	10	9,3

Berdasarkan data Tabel 4.3, pengujian ketahanan *Lactobacillus plantarum* terhadap *Escherichia coli* menunjukkan rata-rata lebar diameter zona hambatnya sebesar 12,7 mm, terhadap *Staphylococcus aureus* sebesar 13,3 mm dan pada *Salmonella typhi* sebesar 9,3 mm. Menurut Davis dan Stout (1971) dalam Dewi (2010), bahwa penentuan kekuatan daya suatu antibakteri adalah jika daerah hambatan 20 mm atau lebih berarti sangat kuat, daerah hambatan 10 – 20 mm berarti kuat, daerah hambatan 5 – 10 mm berarti sedang dan daerah dengan hambatan 5 mm atau kurang berarti lemah.

Pernyataan tersebut dapat disimpulkan bahwa aktivitas antibakteri yang dibentuk oleh *Lactobacillus plantarum* terhadap bakteri *Escherichia coli* adalah kuat, terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* adalah kuat dan terhadap bakteri *Salmonella typhi* adalah sedang. Jumlah sel bakteri patogen yang dipakai untuk *Escherichia coli* 1.10^{10} CFU/ml, untuk *Staphylococcus aureus* 1.10^9 CFU/ml, dan untuk *Salmonella typhi* 1.10^9 CFU/ml dan jumlah sel pada *Lactobacillus plantarum* adalah $8,5. 10^{10}$ CFU/ml. Jumlah sel bakteri 10^{10} CFU/ml menurut Rostini (2007) *Lactobacillus plantarum* berada dalam akhir fase logaritmik dan pada fase tersebut *Lactobacillus plantarum* memproduksi metabolit primer yang berfungsi sebagai antibakteri. Dari data ini dapat disimpulkan bahwa *Lactobacillus plantarum* efektif dalam menghambat pertumbuhan bakteri patogen yang sering kita ketahui dapat menimbulkan infeksi pada saluran pencernaan baik pada manusia atau hewan. Ketiga bakteri patogen yang telah diuji terhadap efektivitas *Lactobacillus plantarum* yang paling efektif menghambat adalah pada bakteri *Staphylococcus aureus* kemudian *Escherichia coli* karena bila dilihat dari

jumlah sel bakteri yang inokulasikan sebesar 1.10^9 CFU/ml dan 1.10^{10} CFU/ml. Maka *Lactobacillus plantarum* berpotensi sebagai kandidat probiotik. Uji hasil penghambatan *Lactobacillus plantarum* terhadap ketiga bakteri patogen dapat di lihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2: Uji Ketahanan *Lactobacillus plantarum* terhadap bakteri patogen (a) *Escherichia coli* (b) *Staphylococcus aureus* dan (c) *Salmonella typhi* (tanda anak panah menunjukkan zona hambat *Lactobacillus plantarum* terhadap bakteri uji)

Menurut McKane dan Kandel (1985), bakteri Gram positif (*Staphylococcus aureus*) memiliki satu lapisan tebal peptidoglikan, dan asam teikoat sedangkan bakteri Gram negatif (*Escherichia coli* dan *Salmonella typhi*) terdiri dari tiga lapisan peptidoglikan. Sensitivitas suatu bakteri terhadap substrat antimikroba dipengaruhi oleh lapisan peptidoglikan yang menyusun dinding sel. Lapisan peptidoglikan pada bakteri Gram negatif lebih tipis dibandingkan dengan bakteri Gram positif. Peptidoglikan bakteri Gram negatif hanya 1% hingga 2% dari berat kering sel sedangkan bakteri Gram positif mencapai 20% dari berat kering sel. Membran luar dari Gram negatif tersusun atas lipoprotein 30%, fosfolipid 20 – 25%, protein 40 – 45% yang berfungsi sebagai pertahanan terhadap lingkungan luar terhadap aksi antibiotik sehingga penisilin lebih sulit untuk mencapai target kerja.

Pratiwi (2008), menyatakan bahwa dinding sel bakteri Gram negatif tidak mengandung asam teikoat (berbeda dengan Gram positif yang memiliki 2 asam teikoat yaitu asam lipoteikoat dan asam teikoat dinding) dan karena hanya mengandung sejumlah kecil peptidoglikan, maka dinding sel bakteri Gram negatif relatif lebih tahan terhadap kerusakan mekanis. Sehingga dari hasil pengamatan menunjukkan bahwa *Staphylococcus aureus* (Gram positif) lebih mudah dihambat oleh aktivitas antibakteri *Lactobacillus plantarum* daripada *Escherichia coli* dan *Salmonella typhi* (Gram negatif).

Feliatra (2002), umumnya bakteri Gram positif lebih rentan terhadap antibiotik seperti penisilin, gramisidin, dan sebagainya daripada bakteri Gram negatif. Resistensi yang terjadi diakibatkan oleh perubahan permeabilitas selubung sel mikroba. Pernyataan yang sama juga diungkapkan oleh Jay (1992) yaitu bakteri Gram positif cenderung lebih sensitif dibanding bakteri Gram negatif.

Maka hasil dari uji terhadap bakteri patogen menunjukkan bahwa *Staphylococcus aureus* lebih mudah dihambat daripada *Salmonella typhi* dan *Escherichia coli*. Meskipun selisih nilai daya hambat antara *Staphylococcus aureus* dengan *Escherichia coli* hanya 0,6 mm (berdasarkan nilai diameter daya hambat). *Salmonella typhi* juga memiliki daya tahan terhadap senyawa antibakteri dari *Lactobacillus plantarum* tersebut. Namun sesuai dengan kriteria besarnya daya hambat, maka *Lactobacillus plantarum* berpotensi sebagai kandidat probiotik karena kuat dalam menghambat bakteri Gram positif (*Staphylococcus aureus*) dan bakteri Gram negatif (*Escherichia coli*).

Berdasarkan hasil penelitian Ekowati (2009), *Lactobacillus* sp. isolasi dari tempoyak dengan uji antibakterinya terhadap *Escherichia coli* menghasilkan diameter zona hambat sebesar 1,65 – 2,2 cm, dari penelitian tersebut menambah daya potensi *Lactobacillus* sp. sebagai antibakteri terhadap *Escherichia coli*. Lunggani (2007), melaporkan bahwa bakteri asam laktat (*Lactobacillus delbrueckii*, *Lactobacillus fermentum*, dan *Lactobacillus plantarum*) dapat menghambat laju metabolisme aflatoksin B2 (mikotoksin) merupakan metabolit sekunder dari kapang *Aspergillus flavus* yang sering mengkontaminasi produk-produk pertanian dan makanan olahan peternakan seperti susu, telur, dan daging ayam. Selanjutnya dari Wulandari (2009) melaporkan bahwa sifat antimikroba yang dimiliki oleh *Lactobacillus plantarum* 1A5 dapat diaplikasikan sebagai bahan pengawet alami untuk bakso sapi, karena *Lactobacillus plantarum* 1A5 dapat mengendalikan pertumbuhan bakteri patogen seperti *Escherichia coli*, *Salmonella* spp., dan *Staphylococcus aureus* penyebab kerusakan pada produk olahan bahan pangan daging.

Umumnya bakteri asam laktat menghasilkan senyawa antibakteri pada fase logaritma dan fase stasioner (Djide dan Sartini, 2008). Inkubasi dari pengujian terhadap bakteri patogen selama 24 jam, berdasarkan penentuan fase pertumbuhan, fermentasi 24 jam merupakan fase logaritma *Lactobacillus plantarum* yang secara teoritis bahwa metabolit primer yang berkhasiat sebagai antibakteri seperti asam laktat, asam asetat, dan hidrogen peroksida banyak disintesis pada fase ini (Fardiaz, 1988). Jadi adanya daya hambat yang dimiliki oleh *Lactobacillus plantarum* terhadap ketiga bakteri patogen dikarenakan

Lactobacillus plantarum tersebut memproduksi senyawa antibakteri seperti asam laktat, asam asetat, dan hidrogen peroksida. Karena menurut Kuswanto dan Sudarmadji (1989), *Lactobacillus plantarum* merupakan BAL homofermentatif, maka senyawa yang berfungsi sebagai antibakteri adalah asam laktat.

Pernyataan yang sama juga diungkapkan oleh Jatingrum (2002), adanya potensi efektivitas dalam menghambat bakteri patogen yang dimiliki oleh *Lactobacillus plantarum* dikarenakan dalam bakteri asam laktat tersebut memiliki senyawa-senyawa protein dan antibakteri seperti asam laktat dan asam asetat, hidrogen peroksida dan bakteriosin. Berdasarkan penelitian Lade (2006) dalam Djide dan Sartini (2008), waktu inkubasi yang memberikan produksi bakteriosin maksimum yaitu pada jam ke-48. Senyawa yang bersifat sebagai antibakteri hasil metabolisme bakteri asam laktat.

Beberapa senyawa yang dihasilkan oleh BAL yang bersifat antimikroba diantaranya adalah asam-asam organik, hidrogen peroksida dan senyawa protein atau kompleks protein spesifik yang disebut bakteriosin. Kemampuan mikroba probiotik bakteri asam laktat untuk menekan pertumbuhan bakteri patogen disebabkan karena kemampuannya untuk memproduksi senyawa antimikroba seperti asam laktat dan asam asetat, hidrogen peroksida yang cukup besar dan bakteriosin. Akumulasi senyawa tersebut di dalam sel terjadi karena bakteri asam laktat tidak menghasilkan enzim katalase. Selain itu bakteri probiotik juga menekan bakteri patogen karena terjadi kompetisi sisi penempelan, peningkatan produksi lender (mukus) usus dan kompetisi nutrisi (Salminen dan Wright, 1993).

Menambahkan dari Fuller (1992) dalam Khuzaemah (2005), probiotik merupakan pakan imbuhan berupa mikroorganisme yang dapat hidup di saluran pencernaan, bersimbiosis dengan mikroorganisme yang ada, bersifat menguntungkan, dapat meningkatkan pertumbuhan dan efisiensi pakan tanpa mengalami proses penyerapan. Probiotik menyeimbangkan populasi mikrobia pada saluran pencernaan, mengendalikan mikroorganisme patogen pada tubuh inang dan lingkungan, dan menstimulasi imunitas inang dan memiliki kemampuan mereduksi polutan.

Sesuai dengan firman Allah SWT dalam al-Qur'an dijelaskan pada surat al-Mulk ayat 3 yang berbunyi:

الَّذِي خَلَقَ سَبْعَ سَمَاوَاتٍ طِبَاقًا ۗ مَا تَرَىٰ فِي خَلْقِ الرَّحْمَنِ مِن تَفَوُّتٍ ۗ فَارْجِعِ الْبَصَرَ هَلْ تَرَىٰ مِن فُطُورٍ ﴿٣﴾

“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?” (QS. al-Mulk: 3).

Allah menciptakan semua yang ada di muka bumi ini pasti dengan segala sesuatu yang menuju ke kondisi yang seimbangan, begitu juga dalam lingkup mikroorganisme dalam saluran pencernaan yang terdapat bakteri patogen juga adanya bakteri non patogen. Jika kedua jenis mikroorganisme tersebut tidak seimbang porsposisinya maka akan menimbulkan suatu gangguan kesehatan dalam sistem pencernaan misalnya penyakit diare.

Berdasarkan hal tersebut, didalam Surat al-Infithaar ayat 7 menguatkan bahwa segala sesuatu yang ada di dalam tubuh makhluk hidup diciptakan dalam keadaan seimbang.

الَّذِي خَلَقَكَ فَسَوَّاكَ فَعَدَلَكَ ﴿٧﴾

“Yang telah menciptakan kamu lalu menyempurnakan kejadianmu dan menjadikan (susunan tubuh)mu seimbang” (Q.S Al-Infithaar: 7).

Hasil-hasil penelitian memberikan bukti bahwa pada waktu antibiotik diberikan untuk menghambat mikroflora saluran pencernaan, hewan menjadi sangat rentan terhadap kolonisasi patogen ataupun mikroorganisme dari luar lainnya. Apabila mikroflora saluran pencernaan tidak terganggu, hewan percobaan lebih resisten. Beberapa mekanisme diduga bertanggung jawab dalam proses yang terjadi. Proses tersebut meliputi kompetisi antara mikroflora saluran pencernaan dan mikroorganisme dari luar tubuh dalam menggunakan nutrisi yang terbatas, peningkatan metabolit yang dihasilkan mikroflora saluran pencernaan dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme yang berasal dari luar, dan kompetisi untuk mendapatkan tempat pada mukosa usus (Wahyudi dan Samsundari, 2008).

Pelczar dan Chan (1993), mengemukakan bahwa senyawa antimikroba dapat digunakan untuk menghambat pertumbuhan mikroba atau membunuh mikroba dengan mekanisme berupa kerusakan dinding sel yang dapat mengakibatkan lisis, atau penghambatan sintesis komponennya. Perubahan permeabilitas membran sitoplasma sehingga terjadi kebocoran zat nutrisi dari dalam sel dengan cara menghambat kerja enzim intraseluler.

Bakteri yang paling banyak digunakan sebagai probiotik adalah bakteri dari golongan *Lactobacillus* karena golongan bakteri ini memiliki hampir semua karakteristik yang diperlukan suatu bakteri untuk digunakan sebagai probiotik. *Lactobacillus* dapat menurunkan pH lingkungan usus dengan mengubah glukosa menjadi asam laktat. Kondisi seperti ini dapat menghambat pertumbuhan beberapa jenis bakteri patogen. Dalam kondisi normal, semua mekanisme di atas dapat bekerja secara efektif dalam melawan pembentukan koloni mikroorganisme patogen. Mekanisme tidak dapat berlangsung dengan baik bila mikroflora saluran pencernaan terganggu sebagai akibat stres, seperti pengobatan dengan antibiotik dalam jangka waktu lama atau perubahan makanan secara drastis (Wahyudi dan Samsundari, 2008).

Allah memberikan ilmu pengetahuan kepada manusia sejak awal penciptaan manusia, yaitu sebagai pembeda dengan makhluk lainnya. Ilmu yang diberikan Allah kepada manusia hanya sebagian kecil saja dari seluruh ilmu Allah, seperti yang tercermin dalam al-Qur'an surat al-Israa' ayat 85:

وَسْأَلُونَكَ عَنِ الرُّوحِ ۗ قُلِ الرُّوحُ مِنْ أَمْرِ رَبِّي وَمَا أُوتِيتُمْ مِنَ الْعِلْمِ إِلَّا قَلِيلًا ﴿٨٥﴾

“Dan mereka bertanya kepadamu tentang roh. Katakanlah: "Roh itu Termasuk urusan Tuhan-ku, dan tidaklah kamu diberi pengetahuan melainkan sedikit" (QS. al-Israa': 85).

Walaupun ilmu pengetahuan yang diberikan Allah kepada manusia hanya sebagian kecil saja dari seluruh ilmu Allah yang sangat luas, namun dari yang sedikit itu apabila manusia dapat memanfaatkan dengan baik akan dapat

membawa manusia kepada kehidupan yang bahagia baik kebahagiaan di dunia maupun kebahagiaan di akhirat (Wardhana, 2004).

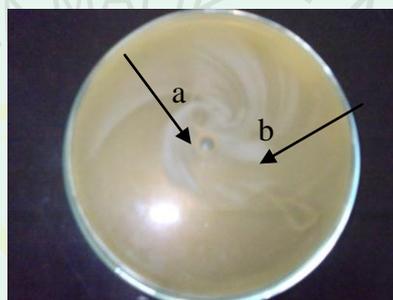
4.5 Interaksi *Lactobacillus plantarum* Terhadap Bakteri Non-Patogen (*Lactobacillus paracasei*)

Djide dan Sartini (2008), menyatakan bahwa beberapa kriteria yang harus dimiliki oleh mikroorganisme untuk dapat dimanfaatkan sebagai probiotik salah satunya adalah memiliki kemampuan untuk berkoloni dalam saluran pencernaan. Bakteri probiotik harus memiliki kemampuan untuk bersimbiosis dengan flora usus, sehingga dapat melakukan proses yang diinginkan dan tidak cepat terbuang melalui tinja dan mampu meningkatkan kemampuan penyerapan usus. Menurut Sjoftan (2001), dalam saluran pencernaan unggas (usus halus) terdapat sekitar 10^8 CFU/gram isi kandungan organ mikroflora golongan *Lactobacillus*.

Hasil dari uji adanya interaksi antara *Lactobacillus plantarum* (yang diisolasi dari usus halus itik Mojosari) dengan bakteri non patogen *Lactobacillus paracasei* menunjukkan bahwa tidak terbentuk adanya zona hambat disekitar daerah sumuran, jadi terdapat hubungan asosiasi yang baik dari kedua bakteri asam laktat tersebut terlihat dengan *Lactobacillus plantarum* dalam sumuran cenderung menyatu dengan koloni *Lactobacillus paracasei* yang berada disekitar daerah cawan dan koloni *Lactobacillus plantarum* dengan *Lactobacillus paracasei* bergabung (koloni tidak saling menjauh seperti metode uji hambat dengan bakteri patogen). Menurut Abun (2008), *Lactobacillus paracasei* merupakan salah satu mikroflora yang menyokong kesehatan hewan. Hasil

pengamatan terhadap uji interaksi *Lactobacillus plantarum* dengan *Lactobacillus paracasei* dapat dilihat pada Gambar 4.3.

Simadibrata (2011), menyatakan bahwa *Lactobacillus paracasei* telah terkenal dapat menurunkan gejala penyakit *Rhinitis* alergi dan mampu menjaga keseimbangan *T-helper*. Sehingga jika suatu produk pangan yang berisi lebih dari satu jenis bakteri asam laktat, maka dapat dipastikan sangat optimal manfaat dari produk pangan tersebut.



Gambar 4.3: Uji interaksi (a) *L. plantarum* dengan (b) *L. paracasei*

Produk-produk susu fermentasi sekarang sering menerapkan penambahan lebih dari satu jenis bakteri asam laktat seperti bakteri *Bifidobacterium bifidum* dengan *Streptococcus thermophilus* yang mampu merontokkan *rotavirus* dan mampu mencegah penyakit diare, dari hal tersebut dapat disimpulkan adanya hubungan yang baik antara kedua jenis bakteri asam laktat dalam menghambat bakteri *Escherichia coli* penyebab penyakit diare. Menurut Wahyudi dan Samsundari (2008), kedua jenis bakteri asam laktat tersebut dapat membunuh bakteri tidak baik seperti *Pseudomonas*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* dan *Shigella*. Aktivitas ini karena kemampuan bakteri asam laktat tersebut menghasilkan aseton metanol suatu agen anti-patogenik kuat, merangsang produksi *cytokine* yang berperan dalam sistem kekebalan.

Berdasarkan dari hasil uji interaksi antara *Lactobacillus plantarum* dengan *Lactobacillus paracasei* dapat dijadikan sebagai alternatif baru dalam menciptakan suatu produk minuman atau makanan berfermentasi dengan penambahan kedua jenis bakteri asam laktat tersebut. Allah SWT berfirman dalam surat an-Nahl ayat 114 yang berbunyi:

فَكُلُوا مِمَّا رَزَقَكُمُ اللَّهُ حَلَالًا طَيِّبًا وَأَشْكُرُوا نِعْمَتَ اللَّهِ إِن كُنتُمْ إِيَّاهُ تَعْبُدُونَ ﴿١١٤﴾

“Maka makanlah yang halal lagi baik dari rezki yang Telah diberikan Allah kepadamu, syukurilah nikmat Allah, jika kamu Hanya kepada-Nya saja menyembah” (Q.S an-Nahl: 114).

Ayat di atas menjelaskan bahwa mengkonsumsi makanan yang mengandung nutrisi seimbang sangat penting bagi tubuh. Mengonsumsi makanan yang baik dan halal akan meningkatkan metabolisme dalam tubuh untuk menunjang pertumbuhan dan perkembangan. Berdasarkan hal tersebut, diketahui bahwa mengonsumsi makanan yang di dapat dengan cara halal dan mencukupi nutrisi akan mencukupi kebutuhan tubuh secara lahiriah dan batiniah. Dari hal tersebut produk-produk yang mengandung bakteri asam laktat telah memenuhi syarat halal dan menyehatkan karena dalam bakteri tersebut terdapat beberapa nutrisi yang penting dibutuhkan dalam tubuh seperti glukosa atau laktosa, vitamin B kompleks, vitamin K, asam-asam organik sebagai antibakteri dalam tubuh, dan sebagainya.

Menurut Abun (2008), faktor yang mempengaruhi kolonisasi mikroorganisme, dapat dikelompokkan menjadi :

1. Faktor yang berhubungan dengan inangnya (suhu tubuh, pH, dan tingkat potensi-oksidasi reduksi, asam lambung, enzim, dan antibodi)

2. Faktor yang berhubungan dengan interaksi mikroba (efek antagonistik, bakteriofag, bakteriosin)
3. Makanan dan faktor lingkungan (seperti manosa, laktosa, dan karbohidrat lainnya dan atau serat makanan serta faktor stress lingkungan).

Memfaatkan ilmu pengetahuan baik dengan cara melakukan pengamatan empiris, akan lahir ilmu pengetahuan yang positif, yaitu pengetahuan tentang realitas objektif (*ayatun bayyinah*) yang menimbulkan ilmu biologi, kimia, fisika dan ilmu-ilmu lainnya, karena Allah menciptakan alam semesta beserta seluruh isinya untuk memberikan rangsangan kepada manusia agar menggunakan akalinya, berfikir dan merenungkannya (Yusuf, 2006). Firman Allah dalam surat al-Ankabuut ayat 43:

وَتِلْكَ الْأَمْثَلُ نَضْرِبُهَا لِلنَّاسِ ۖ وَمَا يَعْقِلُهَا إِلَّا الْعَالِمُونَ ﴿٤٣﴾

”Dan perumpamaan-perumpamaan ini Kami buat untuk manusia, dan tiada yang memahaminya kecuali orang-orang yang berilmu” (QS.al-Ankabuut: 43).

Ayat di atas menunjukkan bahwa dengan ilmu pengetahuan dan teknologi, manusia harus bisa lebih mendekatkan diri kepada sang Khaliq, karena didalam al-Qur’an banyak sekali ayat-ayat yang menghargai orang-orang yang berilmu, yang dapat menunjukkan kehebatan dan keagungan ciptaan Allah SWT (Wardhana, 2004).