

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Binatang Ternak dalam al-Qur'an

Ternak adalah Hewan piara yang kehidupannya yakni mengenai tempat, perkembang biakan serta manfaatnya diatur dan diawasi oleh manusia dan dipelihara khusus sebagai penghasil bahan-bahan dan jasa-jasa yang berguna bagi kepentingan hidup manusia (UU Pokok Kehewanan No 6, 1967). Binatang ternak merupakan binatang yang istimewa bahkan Allah juga mengistimewakan binatang ternak. Hal tersebut dapat dilihat bahwa ayat-ayat yang berhubungan dengan ternak telah banyak disebutkan di dalam al-Qur'an, salah satunya dalam Qs. al-Mukminun/23: 21-22 yang berbunyi :

وَإِنَّ لَكُمْ فِي الْأَنْعَامِ لَعِبْرَةً ۚ نُسْقِيكُمْ مِمَّا فِي بُطُونِهَا وَلَكُمْ فِيهَا مَنَافِعُ كَثِيرَةٌ وَمِنْهَا تَأْكُلُونَ ﴿٢١﴾

Artinya: “21. Dan Sesungguhnya pada binatang-binatang ternak, benar-benar terdapat pelajaran yang penting bagi kamu, Kami memberi minum kamu dari air susu yang ada dalam perutnya, dan (juga) pada binatang-binatang ternak itu terdapat faedah yang banyak untuk kamu, dan sebagian daripadanya kamu makan” (Qs. al-Mukminun/23: 21-22).

Kata *al-An'âm* di atas berarti binatang ternak. Di dalam binatang ternak terdapat pelajar yang dapat diambil (*Ibrah*) yang dapat ditafsirkan 1. Melakukan transformasi studi dalam hal ini melakukan penelitian terkait dengan pemanfaatan limbah sebagai pakan ternak unggas melalui fermentasi, 2. Menyeberang yaitu melakukan lintasan studi dari teks tulis ke konteks tulis dan yang ke 3. Eksplorasi transformatif terhadap binatang ternak. Selain itu ayat diatas menjelaskan tentang

fungsi-fungsi binatang ternak yaitu ada 4 fungsi diantaranya : 1) sebagai minuman yaitu berupa susu yang berasal dari perutnya, 2) binatang ternak memiliki banyak faedah seperti sebagai sumber pupuk, sebagai sumber bahan industri, sebagai sumber penelitian ilmu, 3) sebagai bahan makanan yaitu dagingnya yang banyak mengandung protein hewani. Selain ayat diatas, Allah SWT juga menyebutkan manfaat yang sama dari binatang ternak yaitu dalam Qs. Ghafir/40: 79 yang berbunyi:


 اللَّهُ الَّذِي جَعَلَ لَكُمْ الْأَنْعَامَ لِتَرْكَبُوا مِنْهَا وَمِنْهَا تَأْكُلُونَ

Artinya: “Allahlah yang menjadikan binatang ternak untuk kamu, sebagiannya untuk kamu kendarai dan sebagiannya untuk kamu makan” (Qs. Ghafir /40: 79).

Ayat di atas juga menjelaskan tentang manfaat Allah menciptakan binatang ternak (*al-An'âm*) untuk manusia yaitu sebagai kendaraan dan sebagai makanan. Produk daging peternakan yang sering dikonsumsi masyarakat adalah ayam broiler. Ayam broiler merupakan salah satu komoditas penghasil daging yang cukup potensial dari golongan unggas yang mengalami perkembangan sejak tahun 1972 sampai sekarang (Anjarsari, 2010). Daging ayam broiler banyak dikonsumsi oleh masyarakat karena kandungan proteinnya yang tinggi. Kandungan daging ayam tiap 100 gr mengandung protein 22%, kalsium 13 mg, fosfor 190 mg, zat besi 1,5 gr, vitamin A, C dan E serta lemak. Selain itu, keistimewaan daging ayam adalah bahwa kadar lemaknya rendah dan asam lemaknya tidak jenuh, sedangkan asam lemak yang ditakuti oleh masyarakat adalah asam lemak jenuh yang dapat menyebabkan penyakit darah tinggi dan penyakit jantung (Aditama dan Soedjana, 2010).

Peningkatan kualitas produk ternak telah banyak dilakukan, salah satunya dengan memperhatikan pakan ternak. Pakan merupakan salah satu faktor keberhasilan produksi produk ternak. Allah SWT telah menyediakan tumbuhan-tumbuhan yang dapat dikonsumsi oleh manusia sekaligus sebagai pakan ternak. Hal tersebut sesuai dengan Qs. as-Sajadah/32: 27 yang berbunyi :

أَوَلَمْ يَرَوْا أَنَّا نَسُوقُ الْمَاءَ إِلَى الْأَرْضِ الْجُرُزِ فَنُخْرِجُ بِهِ زَرْعًا تَأْكُلُ مِنْهُ أَنْعَامُهُمْ وَأَنْفُسُهُمْ
 أَفَلَا يُبْصِرُونَ

Artinya: “Dan Apakah mereka tidak memperhatikan, bahwasanya Kami menghalau (awan yang mengandung) air ke bumi yang tandus, lalu Kami tumbuhkan dengan air hujan itu tanaman yang dari padanya Makan hewan ternak mereka dan mereka sendiri. Maka Apakah mereka tidak memperhatikan?” (Qs. as-Sajadah/32: 27).

Ayat di atas menjelaskan bahwa Allah telah menumbuhkan tanaman yang digunakan sebagai makanan manusia dan hewan ternak. Salah satu tanaman tersebut adalah singkong, singkong selain dapat dikonsumsi oleh manusia juga dapat dikonsumsi oleh hewan ternak. hal tersebut menunjukkan bahwa hewan ternak merupakan hewan yang sangat istimewa dan banyak pelajaran yang dapat diambil dari binatang ternak.

2.2 Keseimbangan Ekosistem dalam al-Qur'an

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

Artinya: “Telah nampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia, supaya Allah merasakan kepada mereka sebahagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar)” (Qs. ar-Rum/30: 41).

Kata *La'allahum yarji'ûn* mempunyai arti mereka kembali ke jalan yang benar, dalam hal ini dapat diartikan agar mereka (manusia) kembali ke alam. Banyak upaya yang dapat dilakukan agar manusia kembali mencintai alam salah satunya yaitu dengan pemanfaatan pengolahan limbah. Salah satu limbah industri yang dapat diolah dan dimanfaatkan kembali yaitu onggok. Onggok merupakan limbah hasil pengolahan singkong menjadi tepung tapioka. Proses pengolahan singkong menjadi tepung tapioka akan menghasilkan limbah $\frac{2}{3}$ sampai $\frac{3}{4}$ dari bahan mentahnya. Setiap ton singkong dapat dihasilkan 250 kg tepung tapioka dan 114 kg onggok (Tarmudji, 2004). Limbah padat berupa ampas yang apabila dibuang akan mendatangkan masalah. Ampas dapat diolah menjadi produk lain yang bermanfaat (Suprapti, 2005).

Onggok dapat dimanfaatkan sebagai pakan ternak agar tidak terjadi polusi lingkungan, namun pemanfaatan onggok secara langsung sebagai pakan ternak tidak efektif, hal ini dikarenakan kandungan serat kasar yang tinggi pada onggok serta protein kasar yang rendah. Oleh karena itu diperlukan proses fermentasi untuk memperbaiki kandungan nutrisi onggok. Fermentasi dapat dilakukan dengan bantuan mikroorganisme yaitu dengan menggunakan bakteri dan kapang. Salah satu bakteri dan kapang yang dapat menurunkan kandungan serat kasar pada onggok dan dapat menaikkan kandungan protein kasar onggok adalah *Bacillus mycoides* dan *Trichoderma sp.*

Fermentasi merupakan proses perubahan kimiawi dari senyawa-senyawa organik (karbohidrat, lemak, protein dan bahan organik lain) baik dalam keadaan aerob maupun anaerob, melalui kerja enzim yang dihasilkan oleh mikroba (Fardiaz, 1988). Dalam fermentasi komponen utama yang dibutuhkan adalah substrat dan mikroba. Mikroba merupakan makhluk hidup kecil yang tidak bisa dilihat langsung oleh mata telanjang. Salah satu jenis mikroba yang sering digunakan dalam proses fermentasi adalah kapang dan bakteri. Kapang dan bakteri sebelumnya telah dijelaskan oleh Allah SWT dalam Qs. Yunus/ 10: 61 yang berbunyi:

وَمَا تَكُونُ فِي شَأْنٍ وَمَا تَتْلُوا مِنْهُ مِنْ قُرْآنٍ وَلَا تَعْمَلُونَ مِنْ عَمَلٍ إِلَّا كُنَّا عَلَيْكُمْ شُهُودًا إِذْ تُفِيضُونَ فِيهِ ۚ وَمَا يَعْزُبُ عَنْ رَبِّكَ مِنْ مِثْقَالِ ذَرَّةٍ فِي الْأَرْضِ وَلَا فِي السَّمَاءِ وَلَا أَصْغَرَ مِنْ ذَلِكَ وَلَا أَكْبَرَ إِلَّا فِي كِتَابٍ مُبِينٍ ﴿٦١﴾

Artinya: “Kamu tidak berada dalam suatu Keadaan dan tidak membaca suatu ayat dari Al Quran dan kamu tidak mengerjakan suatu pekerjaan, melainkan Kami menjadi saksi atasmu di waktu kamu melakukannya. tidak luput dari pengetahuan Tuhanmu biarpun sebesar zarah di bumi ataupun di langit. tidak ada yang lebih kecil dan tidak (pula) yang lebih besar dari itu, melainkan (semua tercatat) dalam kitab yang nyata (Lauh Mahfuzh).” (Qs. Yunus/ 10: 61).

Ayat diatas menunjukkan bahwa Allah mengetahui segala sesuatu yang dilakukan hambaNya walaupun hal tersebut kecil melebihi yang terkecil (*min mitsqâla dzarrah*). Salah satu contoh makhluk kecil (*dzarrah*) dalam Biologi adalah mikroba (mikroorganisme), merupakan makhluk ciptaan Allah SWT yang tidak bisa dilihat dengan mata telanjang tanpa menggunakan bantuan mikroskop. Meskipun kecil tapi Allah SWT lebih mengetahui manfaat atau hikmah yang terdapat

didalamnya. Penjelasan tentang makhluk kecil atau mikroba juga terdapat didalam Qs. al-Baqarah /2:26 yang berbunyi :

إِنَّ اللَّهَ لَا يَسْتَحْيِي أَنْ يَضْرِبَ مَثَلًا مَّا بَعُوضَةً فَمَا فَوْقَهَا ۚ فَأَمَّا الَّذِينَ ءَامَنُوا فَيَعْلَمُونَ أَنَّهُ
الْحَقُّ مِنْ رَبِّهِمْ ۗ وَأَمَّا الَّذِينَ كَفَرُوا فَيَقُولُونَ مَاذَا أَرَادَ اللَّهُ بِهَذَا مَثَلًا ۗ يُضِلُّ بِهِ كَثِيرًا
وَيَهْدِي بِهِ كَثِيرًا ۗ وَمَا يُضِلُّ بِهِ إِلَّا الْفَاسِقِينَ ﴿٢٦﴾

Artinya : “*Sesungguhnya Allah tiada segan membuat perumpamaan berupa nyamuk atau yang lebih rendah dari itu*[33]. Adapun orang-orang yang beriman, Maka mereka yakin bahwa perumpamaan itu benar dari Tuhan mereka, tetapi mereka yang kafir mengatakan: "Apakah maksud Allah menjadikan ini untuk perumpamaan?." dengan perumpamaan itu banyak orang yang disesatkan Allah[34], dan dengan perumpamaan itu (pula) banyak orang yang diberi-Nya petunjuk. dan tidak ada yang disesatkan Allah kecuali orang-orang yang fasik (Qs. al-Baqarah/2: 26).

Ibnu katsir menafsirkan bahwa kata “yang lebih rendah dari itu” menunjukkan bahwa Allah SWT kuasa untuk menciptakan apa saja, yaitu penciptaan apapun dengan objek apa saja, baik yang besar maupun yang lebih kecil. Orang-orang yang beriman mempercayai bahwa dalam perumpamaan penciptaan yang dilakukan oleh Allah memiliki manfaat bagi kehidupan manusia (Al-mubarak, 2006). Mikroorganisme tidak bisa dilihat dengan mata telanjang namun hanya bisa dilihat dengan bantuan mikroskop. Allah Yang Maha Bijaksana dan Maha Mengetahui akan lebih mengetahui hikmah yang terkandung dalam pengungkapan cara ini. Jadi, sekalipun contoh itu merupakan hal yang paling kecil, misalnya sebesar nyamuk atau bahkan lebih kecil, Allah SWT tidak akan meninggalkan misal itu jika dibutuhkan dan mendatangkan hikmah serta maslahat. Bagi orang-orang yang sudah terbiasa melakukan kebaikan, sadar dan mempunyai pandangan secara seksama, maka ketika

mendengar perumpamaan tersebut mereka justru mendapatkan suatu petunjuk dan inspirasi. Sebab, mereka akan selalu menghargai sesuatu sesuai dengan kemanafaatannya masing-masing.

2.3 Konsep Makanan dalam al-Qur'an

Islam sangat memperhatikan tentang makanan. al-Qur'an telah memberikan penjelasan yang banyak tentang makanan yaitu dalam Qs. 'Abasa/80: 24 yang berbunyi :

فَلْيَنْظُرِ الْإِنْسَانُ إِلَى طَعَامِهِ ۚ ﴿٢٤﴾

Artinya :” Maka hendaklah manusia itu memperhatikan makanannya.” (Qs. 'Abasa/80: 24).

Kata *Tha' âmih* berarti makanannya (makanan manusia). Allah menganjurkan manusia untuk memperhatikan makanan yang dimakannya. Selanjutnya Allah menjelaskan lagi dalam Qs. al-Maidah/5:88 yang berbunyi :

وَكُلُوا مِمَّا رَزَقَكُمُ اللَّهُ حَلَالًا طَيِّبًا ۚ وَاتَّقُوا اللَّهَ الَّذِي أَنْتُمْ بِهِ مُؤْمِنُونَ ﴿٨٨﴾

Artinya: “Dan makanlah makanan yang halal lagi baik dari apa yang Allah telah rezekikan kepadamu, dan bertakwalah kepada Allah yang kamu beriman kepada-Nya.” (Qs. al-Maidah/5:88).

Kata *Halalan Thayyiban* berarti halal dan baik. Hal ini menunjukkan bahwa selain makanan yang diharamkan secara agama islam makanan yang dikonsumsi harus baik yaitu semua nutrisi yang dibutuhkan harus terpenuhi dan seimbang salah satu nutrisi yang harus dipenuhi oleh manusia yaitu protein. Protein dapat berasal dari hewan maupun tumbuhan. Salah satu makanan sumber protein hewani adalah ayam broiler. Agar kebutuhan manusia akan protein hewani terpenuhi maka terlebih dahulu

harus diperhatikan kualitas pakan dari ayam broiler sebagai sumber protein hewani. Upaya tersebut dapat dilakukan dengan menggunakan onggok yang terfermentasi oleh *Bacillus mycoides* dan *Trichoderma sp.* sebagai bahan ransum pakan ayam broiler.

وَوَلَّلْنَا عَلَيْكُمُ الْغَمَامَ وَأَنْزَلْنَا عَلَيْكُمُ الْمَنَّاءَ وَالسَّلْوىَ كُلُوا مِن طَيِّبَاتِ مَا رَزَقْنَاكُمْ وَمَا ظَلَمُونَا وَلَكِن كَانُوا أَنفُسَهُمْ يَظْلِمُونَ ﴿٥٧﴾

Artinya: “Dan Kami naungi kamu dengan awan, dan Kami turunkan kepadamu "manna" dan "salwa". Makanlah dari makanan yang baik-baik yang telah Kami berikan kepadamu; dan tidaklah mereka Menganiaya kami, akan tetapi merekalah yang Menganiaya diri mereka sendiri”.

Kata *Kulû Min Thoyyibâti mâ razaqnâkum* berarti bahwa Allah SWT mengutus manusia untuk memakan makanan yang baik yang telah Allah berikan untuk manusia. Makanan yang baik ialah makanan yang mengandung nilai gizi yang seimbang dan sesuai dengan kebutuhan.

2.4 *Bacillus mycoides*

Bacillus mycoides mempunyai ciri-ciri sebagai bakteri gram positif, sel berbentuk batang dan cukup besar, berukuran 3-4 µm, mempunyai ujung yang persegi dan tersusun dalam rantai panjang, mempunyai spora dan sering bergerak dengan flagella *peritrichhous*, dalam uji secara konvensional bakteri ini dapat memfermentasi gula-gula seperti glukosa, laktosa dan maltose. Bakteri ini dapat tumbuh pada medium Nutrient Broth dan termasuk ke dalam bakteri anaerob fakultatif. Bakteri ini bersifat motil dan suhu pertumbuhan antara 25 °C – 40 °C. Bakteri ini resisten terhadap penicillin, positif membentuk beta-hemolisa, positif

mengkatalisis hydrogen tanpa oksidase, positif mereduksi nitrat dan mereduksi methylene (Franco *et al.*, 2002). Taksonomi dari bakteri *Bacillus mycoides* menurut Holt (2000) adalah sebagai berikut :

Kingdom : Bacteria

Filum : Firmicutes

Kelas : Bacili

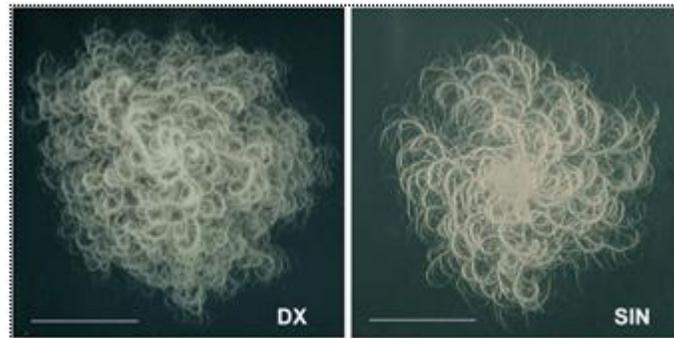
Ordo : Bacillales

Famili : Bacillaceae

Genus : Bacillus

Spesies : *Bacillus mycoides*

Gambar koloni mikroba *Bacillus mycoides* dapat dilihat pada Gambar 2.1, gambar tersebut merupakan gambar koloni *Bacillus mycoides* strain lingkungan. sebelah kiri (DX) merupakan koloni yang tampak dengan proyeksi kelengkungan searah jarum jam dan disebelah kanan (SIN) proyeksi kelengkungan berlawanan dengan jarum jam. Koloni tersebut ditumbuhkan pada suhu kamar selama 30 jam pada media TSA 1,5%.



Gambar 2.1
Koloni bakteri *Bacillus mycoides*
(Sumber : Franco *et al.*, 2002)

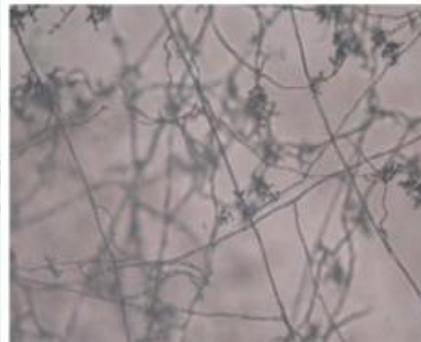
Spesies *Bacillus* sangat cocok untuk produksi enzim, kecuali *Bacillus cereus* dan *Bacillus anthracis*, mikroba jenis *Bacillus* tidak menghasilkan toksin, mudah ditumbuhkan dan tidak memerlukan substrat yang mahal. Kemampuan *Bacillus* untuk bertahan pada temperatur tinggi, tidak adanya hasil samping metabolik dan berkemampuan untuk menghasilkan protein ekstra sel.

Tipe enzim selulase yang dimiliki genus *Bacillus* termasuk jenis enzim endo β -1,4 glukonase yang memiliki kemampuan mendegradasi selulosa menjadi oligosakarida dan ekso β -1,4 glukonase yang mendegradasi oligosakarida menjadi selobiosa serta β -glukosidase yang mendegradasi selobiosa menjadi glukosa (Andriyani *et al.*, 2012).

2.5 *Trichoderma sp.*

Trichoderma sp. merupakan kapang yang mempunyai spora berwarna hijau tua dan bentuknya bola-bola konidia yang berwarna hijau yang melekat satu sama lain. Ciri spesifik kapang ini adalah (1) miselium septat, (2) konidia bercabang

banyak, sepat dan ujung percabangannya merupakan sterigma, membentuk konidia bulat atau oval, berwarna hijau terang dan berbentuk bola-bola (Fardiaz, 1992). Gambar isolat *Trichoderma sp.* secara mikroskopis dengan perbesaran 40x dapat dilihat pada gambar 2.2 yang merupakan hasil isolasi dari ampas tebu (*bagasse*).



Gambar 2.2
Pengamatan mikroskopik isolat *Trichoderma sp* perbesaran 40x
(Sumber: Surakhman, 2013)

Klasifikasi *Trichoderma* menurut Frazier dan Westhoff (1978) adalah :

Divisi : Amastigomycota

Kelas : Deuteromycetes

Ordo : Moniliales

Famili : Moniliaceae

Genus : *Trichoderma*

Spesies : *Trichoderma sp.*

Trichoderma sp. berwarna putih, kuning, hijau muda, sampai hijau tua. Susunan sel *Trichoderma* bersel banyak berderet membentuk benang halus yang

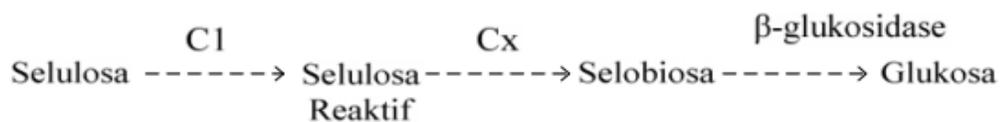
disebut dengan hifa. Hifa pada jamur ini berbentuk pipih, bersekat, dan bercabang-cabang membentuk anyaman yang disebut miselium. Percabangan hifa membentuk sudut siku-siku pada cabang utama. Konidiofor bercabang dan pada ujungnya terbentuk fialid berjumlah 1-3, berbentuk pendek, dengan kedua ujungnya meruncing dibandingkan dengan bagian tengah, berukuran 5-7 μm . Konidia berbentuk semi bulat hingga oval berukuran 2,8-3,2 μm , berlendir dan berdinding halus (Gandjar, 1999).

Suhu optimum untuk tumbuhnya *Trichoderma sp.* berbeda-beda setiap spesiesnya. Ada beberapa spesies yang dapat tumbuh pada temperatur rendah ada pula yang tumbuh pada temperatur cukup tinggi, kisarannya sekitar 70°C – 41°C. *Trichoderma sp.* yang dikultur dapat bertumbuh cepat pada suhu 25°C – 30°C, namun pada suhu 37 °C cendawan ini tidak dapat tumbuh. Perbedaan suhu mempengaruhi produksi beberapa enzim seperti karboksimetilselulase dan xilanase (Rahayu, 1988).

Faktor lain yang mempengaruhi pertumbuhan *Trichoderma sp.* adalah kelembaban. Penambahan HCO_3^- dapat menghambat mekanisme kerja *Trichoderma sp.* Melalui uji biokimia diketahui bahwa dibandingkan sukrosa, glukosa merupakan sumber karbon utama bagi *Trichoderma sp.*. Sedangkan, pada beberapa spesies sumber nitrogennya berasal dari ekstrak khamir dan tripton (Rahayu, 1988).

Trichoderma sp. merupakan salah satu jamur yang bersifat selulolitik yang potensial menghasilkan selulase dalam jumlah yang relatif banyak untuk mendegradasi selulosa. *Trichoderma sp.* menghasilkan enzim kompleks selulase yang dapat merombak selulosa menjadi selobiosa hingga menjadi glukosa. *Trichoderma*

sp. memiliki kemampuan untuk menghasilkan berbagai enzim ekstraseluler, khususnya selulase yang dapat mendegradasi polisakarida kompleks (Harman, 2006). *Trichoderma sp.* adalah kapang yang mempunyai potensi selulolitik, karena mampu menghasilkan enzim selulase pada substrat yang mengandung selulosa. Selulase yang dihasilkan *Trichoderma sp.* memiliki komponen yang lengkap, yaitu C1 (selobiohidrolase) yang aktif menghidrolisis selulosa alami, Cx (endoglukanase) yang aktif merombak selulosa terlarut seperti CMC (*Carboxyl methyl cellulase*) dan B-glukosidase (Salma dan Gunarto, 1996) yang menghidrolisa selobiosa menjadi produk akhir yaitu dalam biodegradasi bahan-bahan berselulosa (Hardjo, dkk. 1989). Pada proses fermentasi, *Trichoderma sp.* memproduksi enzim selulase yang berperan dalam mendegradasi selulosa menjadi glukosa. Beberapa strain *Trichoderma sp.* telah dikembangkan sebagai agen biokontrol (Well, 1986). Skema degradasi serat kasar oleh *Trichoderma sp.* dapat dilihat pada gambar 2.3



Gambar 2.3 skema degradasi serat kasar oleh *Trichoderma sp.*
Sumber: Indariyanti, 2011

2.6 Onggok

Onggok adalah limbah hasil pengolahan singkong menjadi tepung tapioka. Proses pengolahan singkong menjadi tepung tapioka akan menghasilkan limbah 2/3 sampai 3/4 dari bahan mentahnya. Setiap ton singkong dapat dihasilkan 250 kg

tepung tapioka dan 114 kg ongkok (Tarmudji, 2004). Pengolahan singkong menjadi tepung tapioka dapat dibagi menjadi tiga tahap yaitu pengolahan pendahuluan, ekstraksi pati yang dihasilkan kurang lebih 20-25%, kulit ketela 15-20% dan ampas 5-20% (Murtinah, 1984).

Limbah tepung tapioka terdiri dari limbah padat yang biasa disebut ongkok dan limbah cair. Limbah padat berupa kulit dan ampas. Kulit diperoleh dari proses pengupasan sedangkan ampas yang berupa serat dan pati diperoleh dari proses penyaringan. Limbah cair industri tapioka dihasilkan selama proses pembuatan, mulai dari pencucian sampai proses pengendapan (Martono, 2007).

Unsur utama nutrisi ongkok adalah karbohidrat, serat kasar merupakan nutrisi khas penyusun dinding sel tanaman yang sebagian besar berupa selulosa. Selulosa adalah polimer D-glukosa dengan ikatan β -1,4 glikosidik (Mulyono, 1999). Kandungan zat makanan ongkok sangat bervariasi, hal ini dipengaruhi oleh varietas singkong, umur panen, dan cara pengolahan (Murtinah, 1984). Kandungan zat makanan ongkok dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 kandungan zat makanan pada ongkok dalam 100% berat kering

Parameter	Kandungan Zat Makanan Ongkok
Protein Kasar	1,33 – 1,88%
Serat kasar	15,52 – 15,62%
Lemak kasar	0,25 – 0,29%
BETN	80,80 – 81,10%

Sumber : (Wizna *et al.*, 2009).

2.7 Fermentasi

Fermentasi adalah proses perubahan kimiawi dari senyawa-senyawa organik (karbohidrat, lemak, protein dan bahan organik lain) baik dalam keadaan aerob maupun anaerob, melalui kerja enzim yang dihasilkan oleh mikroba (Fardiaz, 1988). Pada proses fermentasi terjadi reaksi oksidasi reduksi di dalam sistem biologi yang menghasilkan energi yang digunakan sebagai donor dan aseptor elektron digunakan senyawa organik (Winarno dan Fardiaz, 1980). Fermentasi adalah segala macam proses metabolik dengan bantuan enzim dari mikroba (jasad renik) untuk melakukan oksidasi, reduksi, hidrolisa dan reaksi kimia lainnya, sehingga terjadi perubahan kimia pada suatu substrat organik dengan menghasilkan produk tertentu (Klein *et al.* 2004).

Winarno (2007) menyatakan bahwa fermentasi dapat terjadi karena adanya aktivitas mikroba penyebab fermentasi pada substrat organik yang sesuai. Jumlah mikroba dan kegiatan metabolismenya di dalam makanan meningkat pada saat fermentasi. Jenis mikroba yang digunakan disesuaikan dengan hasil yang dikehendaki. Selanjutnya, dinyatakan bahwa terjadinya fermentasi dapat menyebabkan perubahan sifat bahan makanan sebagai akibat pemecahan kandungan zat makanan.

Proses fermentasi media padat biasanya dilakukan pada suhu ruang yang relatif konstan dan merupakan kultur yang statis walaupun sekali-kali dilakukan pengadukan. Pertumbuhan pada media padat dengan kelembapan tinggi menyerupai sifat pertumbuhannya di alam. Melalui fermentasi padat sering diperoleh enzim-

enzim spesifik yang sulit timbul dalam kultur cair. Pada umumnya fermentasi padat membutuhkan jumlah inokulum yang lebih optimum (Rahman, 1992).

2.7.1 Faktor yang Mempengaruhi Fermentasi

Beberapa faktor yang mempengaruhi proses fermentasi yaitu :

1) Jenis inokulum (Mikroorganisme)

Faktor yang perlu diperhatikan dalam proses fermentasi adalah jenis substrat, mikroorganisme, dan kondisi fisik pertumbuhan. Ketiga faktor tersebut berpengaruh terhadap massa dan komposisi sel (Tannenbaum 1985).

Sifat mikroorganisme perlu diperhatikan ketika melakukan fermentasi karena masing-masing mikroorganisme mempunyai kemampuan yang berbeda dalam memecah komponen substrat untuk keperluan metabolismenya (Rachman, 1992).

2) Jumlah inokulum

Menurut Rachman (1992), terlalu banyak inokulum dalam substrat akan menimbulkan kompetisi dalam memperoleh makanan, sehingga kemampuan mikroorganisme untuk melakukan fermentasi terhadap substrat akan menjadi berkurang. Wizna *et al.*, (2009) juga menyatakan bahwa kepadatan inokulum yang tinggi membuat inokulum sulit untuk tumbuh sempurna yang pada gilirannya menyebabkan kematian mikroba. Raimbault dan Alazard (1980) melaporkan bahwa dosis optimal untuk *Aspergillus niger* tumbuh pada tepung singkong sebagai substrat adalah 10^6 - 10^7 spora/g substrat, sedangkan 10^8 spora/g substrat pertumbuhan inokulum menurun dan setelah pengamatan mikroskopis, menunjukkan bahwa beberapa spora telah gagal untuk tumbuh.

3) Lama fermentasi

Lama fermentasi berkaitan dengan fase pertumbuhan mikroba yang akan terus berubah dari waktu ke waktu selama proses fermentasi berlangsung. Menurut Aisjah (1995) waktu inkubasi yang singkat mengakibatkan terbatasnya kesempatan mikroba untuk terus tumbuh dan berkembang biak sehingga jumlah komponen substrat yang dapat diubah menjadi massa sel juga sedikit. Sebaliknya dengan waktu inkubasi yang lebih lama berarti akan semakin banyak kesempatan mikroba untuk tumbuh dan berkembang biak sampai tercapai stasioner, yaitu laju pertumbuhan sama dengan nol dan jumlah massa sel total konstan.

Lamanya inkubasi fermentasi pada umumnya tergantung pada jenis mikroorganisme dan substrat yang digunakan. Fermentasi onggok dengan *Bacillus amilolyquefaciens* dengan hasil terbaik adalah fermentasi 6 hari dengan dosis inokulum 2% (Wizna *et al.*, 2009) sedangkan fermentasi onggok dengan *Aspergillus oryzae* memberikan hasil terbaik pada lama fermentasi 3 hari dengan inokulum 10% (Mursyid dan Zuprizal, 2005).

4) Perlakuan awal pada substrat

Perlakuan awal pada substrat ini bertujuan untuk mempersiapkan substrat bagi pertumbuhan mikroba. Menurut Hardjo, dkk. (1989) perlakuan awal dapat berupa penggilingan substrat atau pengukusan substrat yang bertujuan untuk mempermudah penetrasi mikroba ke dalam substrat agar pertumbuhannya menjadi cepat dan diharapkan akan menjadi pembentukan protein microbial yang tinggi, selain itu air

panas atau kukus jenuh (160 – 250°C): menyingkirkan sebagian hemiselulosa dan struktur lignin menjadi rusak (Brown, 2003).

5) Penambahan air pada substrat

Menurut Sinurat A, dkk (1998) kadar air substrat awal bahan mempengaruhi kandungan protein produk fermentasi. Air sangat diperlukan untuk pertumbuhan mikroorganisme dan juga sangat mempengaruhi terjadinya reaksi enzimatik, karena air bebas membantu difusi enzim dalam substrat.

6) Substrat

Substrat sebagai sumber energi yang diperlukan oleh mikroba untuk proses fermentasi. Energi yang dibutuhkan berasal dari karbohidrat, protein, lemak, mineral dan zat gizi lainnya yang terdapat dalam substrat. Bahan energi yang banyak digunakan oleh mikroorganisme adalah glukosa. Mikroba fermentasi harus mampu tumbuh pada substrat dan mudah beradaptasi dengan lingkungannya (Sinurat A, dkk 1998).

7) Suhu

Suhu selama proses fermentasi sangat menentukan jenis mikroorganisme dominan yang akan tumbuh. Machfud, dkk. (1989) menyatakan suhu sangat mempengaruhi laju pertumbuhan mikroorganisme, laju sintesa enzim dan laju inaktivasi enzim. Setiap bakteri memiliki suhu optimal dimana mereka dapat tumbuh sangat cepat dan memiliki rentang suhu dimana mereka dapat tumbuh. Pembelahan sel sangat sensitif terhadap efek kerusakan yang disebabkan oleh suhu (Pelczar, 1986).

2.7.2 Fermentasi dengan Bakteri

Bacillus mycoides telah dilaporkan mampu memproduksi enzim protease (Grata *et al.*, 2010; Faticah 2011; Indria 2012), enzim selulose (Andriyani, 2010 dan Faticah, 2011) dan enzim amilase (Liestanty, 2001). Fermentasi kulit singkong menggunakan *Bacillus mycoides*, *Bacillus megaterium* dan *Aspergillus tamarii* mampu menaikkan kadar protein kasar dari 4,63% menjadi 10,91% dan menurunkan kadar serat kasar dari 13,04% menjadi 6,36% (Andriyani *et al.*, 2012). Fermentasi onggok menggunakan *Bacillus sp.* dapat meningkatkan kadar protein kasar dari 1,97% menjadi 9,98% dengan kadar protein terlarut 0,299 mg/ml (Syofiani, 2006).

Fermentasi menggunakan *Bacillus amyloliquefaciens* pada onggok mampu menaikkan kadar protein kasar dari 2,19% menjadi 7,9% dan menurunkan kadar serat kasar 16,98% menjadi 11,55% (Wizna *et al.*, 2009). Fermentasi yang juga menggunakan bakteri juga dilakukan oleh (Aang *et. Al.*, 2012) dalam meningkatkan kualitas kandungan nutrisi pada buah ketapang (*Ficus lyrata*) dengan *Bacillus licheniformis* mampu meningkatkan protein dari 4,89 menjadi 8,85% dan menurunkan serat kasar Dari 14,95% menjadi 11,88%.

2.7.3 Fermentasi dengan Kapang

Trichoderma sp. merupakan salah satu kapang yang bersifat selulolitik yang potensial menghasilkan selulase dalam jumlah yang relatif banyak untuk mendegradasi selulosa. *Trichoderma* menghasilkan enzim kompleks selulase yang dapat merombak selulosa menjadi selobiosa hingga menjadi glukosa. *Trichoderma*

sp. memiliki kemampuan untuk menghasilkan berbagai enzim ekstraseluler, khususnya selulase yang dapat mendegradasi polisakarida kompleks (Harman, 2006).

Selulase yang dihasilkan *trichoderma* memiliki komponen yang lengkap, yaitu C1 (selobiohidrolase) yang aktif menghidrolisis selulosa alami, Cx (endoglukanase) yang aktif merombak selulosa terlarut seperti CMC (Carboxyl methyl cellulase) dan β -gluosidase (Salma dan Gunarto, 1996) yang menghidrolisa selobiosa menjadi produk akhir yaitu dalam biodegradasi bahan-bahan berselulosa (Hardjo, dkk. 1989).

Trichoderma sp. memiliki peranan yang sangat penting dalam meningkatkan kualitas suatu bahan pakan. Untuk menurunkan serat kasar penggunaan *Trichoderma sp.* akan lebih efektif dibandingkan dengan *Rhizopus sp.* Menurut Ginting dan Krisnan (2006) *Trichoderma harzianum* mempunyai aktifitas selulolitik lebih tinggi dibandingkan dengan *Trichoderma koningii* atau *Trichoderma viridae*. Fati (1997) melaporkan bahwa fermentasi dedak padi dengan kapang *Trichoderma harzianum* mampu meningkatkan protein dari 8,74% menjadi 14,66% dan menurunkan serat kasar dari 18,90% menjadi 12,81%. Sedangkan Tami dkk. (1997) melaporkan bahwa penggunaan *Trichoderma harzianum* dalam fermentasi ampas tahu dapat memperbaiki nilai gizi yang ditandai dengan menurunnya kandungan serat kasar dari 21,67% menjadi 14,24% sedangkan proteinnya meningkat dari 24,48% menjadi 32,65% serta dapat meningkatkan performans ayam broiler jantan. Fermentasi dengan menggunakan jamur.

2.7.4 Fermentasi dengan campuran bakteri dan kapang

Fermentasi menggunakan kombinasi antara bakteri dan kapang dapat menaikkan protein kasar dan menurunkan serat kasar. Peningkatan protein pada substrat padat berasal asam nukleat dari kapang itu sendiri yang dapat memberikan kontribusi N. Bakteri juga memberi kontribusi yang sama dimana dinding sel bakteri mengandung peptidoglikan (glikoprotein) (Pasaribu, 2010). Turunnya serat kasar pada bungkil inti sawit menunjukkan bahwa bakteri *B. amyloliquefaciens* dan kapang *T. harzianum* memiliki sinergi yang positif dalam mendegradasi serat kasar pada bungkil inti sawit. Disamping enzim selulase yang diproduksi oleh bakteri *B. amyloliquefaciens* juga memproduksi enzim selulolitik endo-1,4- β -glukanase (Hidayat 2005).

Pada bungkil inti sawit serat kasar dihidrolisis oleh enzim endo- β -glukanase, CMCCase, yang diproduksi oleh *T. harzianum*, dimana Cx memutus secara acak rantai selulosa yang terdiri dari glukosa dan selo-oligosakarida, sedangkan Ekso- β -glukanase yang diproduksi *B. amyloliquefaciens*, 1,4- β -D-glukan selobiohidrolase, aviselase, dan C1 menyerang bagian luar selulosa pada ujung non-reduksi dengan selobiosa sebagai struktur utama. Kemudian β -glukosidase, selobiase menghidrolisis selobiosa menjadi glukosa. Turunnya serat kasar bungkil inti sawit terfermentasi oleh koktail mikroba menunjukkan adanya asosiasi positif antara *B. amyloliquefaciens* dan *Trichoderma harziaum* (Pasaribu, 2010).

2.8 Serat Kasar

2.8.1 Definisi Serat Kasar

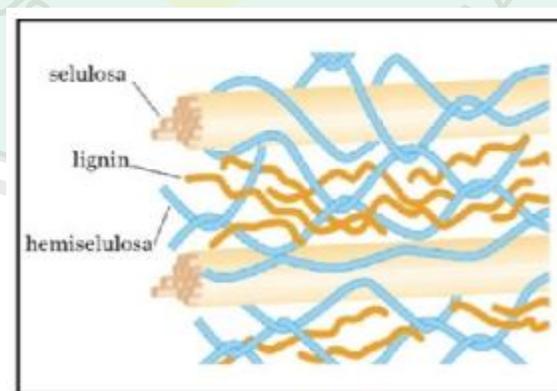
Serat kasar adalah bagian dari karbohidrat yang telah dipisahkan dengan bahan ekstrak tanpa nitrogen (BETN) yang terutama terdiri dari pati, dengan cara analisis kimia sederhana (Tilman, dkk. 1989). Serat kasar terdiri atas selulosa, hemiselulosa dan lignin. Fraksi serat kasar dapat diukur berdasarkan kelarutannya dalam larutan-larutan detergen, yaitu menggunakan analisis Van Soest (Tilman, dkk. 1989). Menurut Sutardi (1980), analisa Van Soest merupakan sistem analisis bahan makanan yang lebih relevan manfaatnya bagi ternak, khususnya sistem evaluasi nilai gizi hijauan.

Serat kasar terdiri dari selulosa, hemiselulosa dan lignin (Tilman *et al.*, 1989). Bagi hewan ruminansia, selulosa merupakan sumber energy bagi mikroorganisme dalam rumen dan sebagai bahan pengisi rumen, sedangkan bagi hewan monogastrik selulosa adalah komponen yang tidak dapat dicerna. Meskipun bagi hewan non-ruminansia selulosa tidak memiliki peran spesifik, namun keberadaannya penting dalam meningkatkan gerak peristaltik (Tilman *et al.*, 1989).

Selulosa adalah zat penyusun tanaman yang jumlahnya banyak, sebagai material struktur dinding sel semua tanaman. Selulosa dicerna alam tubuh ternak dalam saluran pencernaan oleh selulase hasil jasad renik dan menghasilkan selubiosa, yang dihidrolisis lebih lanjut untuk menghasilkan glukosa (Tilman *et al.*, 1989).

Hemiselulosa adalah polisakarida pada dinding sel tanaman yang larut dalam alkali dan menyatu dengan selulosa. Hemiselulosa terdiri atas unit D-glukosa, D-galaktosa, D-manosa, D-xyloza dan L-arabinsa yang terbentuk bersamaan dalam kombinsai dan ikatan glikosilik yang bermacam-macam (McDonald *et al.*, 2002). Hemiselulosa yang terhidrolisis akan menghasilkan heksosa, pentosa dan asam uronat (Tilman, dkk., 1989).

Lignin adalah gabungan beberapa senyawa yang hubungannya erat satu sama lain, mengandung karbon, hydrogen dan oksigen, namun proporsi karbonnya lebih tinggi dibanding senyawa karbohidrat (Tilman, dkk., 1989). Lignin merupakan komponen dinding sel yang sulit dicerna oleh mikroba, sehingga dengan kadar lignin yang lebih rendah mikroba akan lebih mudah mendegradasi zat-zat makanan yang terdapat didalam inti sel (Tilman, dkk., 1989). Hubungan antara selulosa, lignin dan hemiselulosa dapat dilihat pada gambar 2.4 dibawah ini.



Gambar 2.4 Hubungan antara selulosa, lignin dan hemiselulosa
Sumber: Indariyanti, 2011

2.8.2 Mekanisme Penurunan Serat Kasar pada Fermentasi Onggok

Bakteri genus *Bacillus* memiliki kemampuan dalam mendegradasi selulosa karena mampu memproduksi enzim selulose yang ditunjukkan dengan adanya zona bening dalam tes iodin (Pleczar dan Chan, 1986) termasuk juga pada *Bacillus mycoides* (Faticah, 2011). Enzim selulase mampu menguraikan komponen serat kasar menjadi komponen yang lebih sederhana seperti selobiosa (disakarida) dan glukosa. Tipe enzim selulose yang dimiliki genus *Bacillus* termasuk enzim endo β -oligosakarida dan ekso β -1,4 glukonase yang mampu mendegradasi oligosakarida menjadi selobiosa serta β -glukosidase yang mendegradasi selobiosa menjadi glukosa (Andriyani *et al.*, 2012).

Menurut Fardiaz (1988) pada prose fermentasi mikroba menggunakan karbohidrat sebagai sumber energy setelah terlebih dahulu dipecah menjadi glukosa. Karbohidrat sebagai sumber karbon (C), pemecahan karbohidrat dapat menyebabkan penurunan serat kasar.

2.9 Protein Kasar

2.9.1 Definisi Protein Kasar

Protein kasar merupakan nilai kandungan total N (Nitrogen) suatu bahan dikalikan bilangan 6,25. Protein kasar dihitung melalui pendekatan kandungan total N dari suatu bahan, sehingga hasil identifikasi kadar protein kasar merupakan kadar nitrogen total bahan baik dari sumber protein sejati (true protein) maupun dari sumber nitrogen bukan protein (non protein nitrogen) (Mangunwidjaja, dkk., 2011). Di dalam protein rata-rata mengandung nitrogen 10% (kisaran 13-19%). Metode yang sering

digunakan dalam analisa protein adalah metode kjeldhal yang melalui proses destruksi, destilasi, titrasi dan perhitungan. Dalam analisis ini yang dianalisis adalah unsur nitrogen bahan, sehingga hasilnya harus dikalikan dengan faktor protein untuk memperoleh protein kasarnya. Protein terdiri dari asam-asam amino yang saling berikatan (ikatan peptida), amida, amina dan semua bahan organik yang mengandung nitrogen.

2.9.2 Mekanisme Peningkatan Protein pada Fermentasi Onggok

Kenaikan kadar protein pada substrat fermentasi padat diakibatkan oleh penambahan protein yang diperoleh dari perubahan nitrogen inorganik menjadi protein sel selama pertumbuhan kapang (Purwadaria dan Laelasari, 2004). Tingginya peningkatan protein pada substrat padat karena kapang sendiri mengandung asam nukleat yang dapat memberikan kontribusi N (Kompiani *et al.*, 1994).

Populasi mikroba yang tinggi mengakibatkan kandungan protein kasar tinggi karena mikroba sebagian besar terdiri dari protein (Wizna *et al.*, 2009). Crueger dan Crueger (1984), melaporkan bahwa kadar protein berbagai jenis mikroba bervariasi, bakteri mengandung 70-78%. Selain itu (Pasaribu, 1998) menyatakan bahwa kenaikan protein pada proses fermentasi dapat disebabkan oleh perubahan nitrogen anorganik seperti urea, gas ammonia atau garam ammonia menjadi protein sel.

Peningkatan kandungan protein pada pakan disebabkan terjadi peningkatan unsur nitrogen yang terdapat pada bahan makanan berkarbohidrat dalam bentuk garam ammonium atau nitrat. Selain itu juga terjadi penambahan unsur nitrogen dari sel mikroorganisme atau senyawa volatile yang lepas (Winedar *et al.*, 2006)

penambahan protein kasar terjadi akibat biomassa sel bakteri yang menempel pada substrat. Bakteri mempunyai kandungan protein cukup tinggi yaitu antara 60-80% (Halid, 1991), selain itu Peningkatan protein yang diperoleh berasal dari asimilasi anorganik N (urea dan ZA= $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$) menjadi protein oleh mikroba. Pada percobaan ini, unsur anorganik N tidak ditambahkan, sehingga tidak akan terjadi asimilasi protein (Pasaribu, 2010).

2.10 Kebutuhan Nutrisi Pakan Unggas

Ayam broiler membutuhkan unsur-unsur protein, energi, vitamin, mineral, dan air untuk pertumbuhan dan keperluannya. Peranan unsur-unsur gizi dan kebutuhannya untuk ayam broiler sebagai berikut (Rasyaf, 2007):

a. Protein dan asam amino

Protein merupakan salah satu unsur yang penting bagi pertumbuhan anak ayam broiler. Bila anak ayam kekurangan protein maka pertumbuhannya akan terganggu. Manfaat protein untuk ayam broiler adalah sebagai berikut: a) membangun dan membentuk jaringan tubuh, b) membentuk enzim-enzim yang berperan dalam pencernaan pakan, dan c) pembentukan energi (Rasyaf, 2007).

Kebutuhan protein untuk ayam broiler dibagi menjadi dua bagian, yaitu kebutuhan untuk masa awal dan kebutuhan untuk masa akhir. Kebutuhan protein masa awal yaitu umur 0-4 minggu yaitu sebesar 23%, sedangkan untuk masa akhir yaitu 4 minggu hingga ayam dijual sebesar 20-21% (Rasyaf, 2007).

b. Energi

Ayam broiler membutuhkan energi untuk beraktivitas dan pertumbuhan. Kebutuhan energi ayam broiler masa awal sebesar 3.000 kkal per kg ransum, sedangkan kebutuhan energy ayam broiler masa akhir yaitu sebesar 2.860-3.410 kkal per kg ransum (Rasyaf, 2007).

c. Vitamin

Ayam broiler membutuhkan vitamin untuk pertumbuhan dan daya tahan terhadap penyakit. Vitamin yang dibutuhkan oleh ayam pedaging diantaranya (Rasyaf, 2007):

1. vitamin A berfungsi untuk membangun daya tahan tubuh terhadap serangan penyakit, kebutuhan vitamin A untuk ayam broiler masa awal sebesar 5.000 IU, sedangkan untuk masa akhir sebesar 3.000 IU.
2. Vitamin D berfungsi untuk pertumbuhan tulang ayam broiler, kebutuhan vitamin D untuk ayam broiler masa awal sebesar 500 IU, sedangkan untuk masa akhir sebesar 300 IU.
3. Vitamin K berfungsi untuk proses pembekuan darah, ayam broiler membutuhkan vitamin K sebesar 0,5 mg/kg ransum.
4. Vitamin E, kekurangan vitamin E pada ayam broiler menyebabkan penyakit *crazy chick disease*. Vitamin E dibutuhkan ayam broiler sebesar 10 IU/ kg ransum.
5. Vitamin B berfungsi untuk membantu metabolisme karbohidrat.