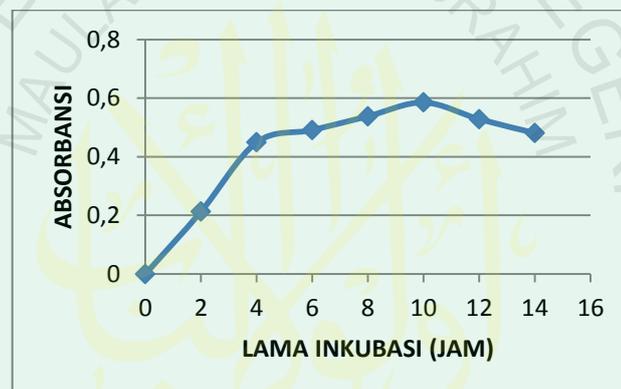


## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Pola pertumbuhan *Bacillus mycoides* yang ditumbuhkan dalam medium Nutrien Broth

Hasil pengukuran nilai absorbansi pertumbuhan bakteri *Bacillus mycoides* dalam dua jam sekali selama 24 jam menunjukkan pola pertumbuhan bakteri sebagai berikut:



Gambar 4.1. Kurva pertumbuhan *Bacillus mycoides*

Pengamatan yang dilakukan setiap dua jam sekali terhadap pertumbuhan *Bacillus mycoides* dalam medium Nutrient Broth menunjukkan bahwa fase logaritmik atau fase eksponensial dari *Bacillus mycoides* yaitu pada jam ke sepuluh dengan nilai absorban 0,585. Kurva pertumbuhan menunjukkan bahwa *Bacillus mycoides* mengalami kenaikan setelah dua jam masa inkubasi pada suhu 37 °C yaitu dengan nilai absorban 0,213. Hal ini menunjukkan bahwa *Bacillus mycoides* mampu beradaptasi dengan mediumnya yaitu Nutrient Broth sebagai sumber makanan bakteri. Menurut Wizna *et al* (2005) bakteri menjadikan medium pertumbuhannya sebagai bahan makanannya dengan cara mensekresikan enzim-

enzim ekstraseluler hidrolitik sehingga dapat menghidrolisis senyawa kimia medium yang diperlukan untuk metabolisme dan pertumbuhan sel.

Fase adaptasi yang dimiliki oleh *Bacillus mycoides* berlangsung dalam waktu yang cepat, hal ini berarti *Bacillus mycoides* sangat cepat menyesuaikan diri pada medium lingkungannya. Menurut Fardiaz (1988), jika mikroba dipindahkan ke dalam suatu medium, mula-mula akan mengalami fase adaptasi untuk menyesuaikan diri dengan kondisi lingkungan sekitarnya, lebih lanjut dinyatakan bahwa fase adaptasi dipengaruhi oleh medium dan lingkungan pertumbuhan serta jumlah inokulum. Sumarsih (2003) juga menyatakan bahwa pada fase adaptasi bakteri masih menyesuaikan diri dengan lingkungan yang baru, sehingga sel belum membelah diri, Sel mikroba mulai membelah diri pada fase pertumbuhan yang dipercepat, tetapi waktu generasinya masih panjang. Cepatnya masa adaptasi pada *Bacillus mycoides* ini disebabkan bakteri ini dipindahkan dari medium yang sama dengan medium tumbuh sebelumnya yaitu medium Nutrient Broth.

Fase logaritmik terjadi setelah dua sampai sepuluh jam masa inkubasi. Pertumbuhan bakteri pada fase ini meningkat dengan cepat ditandai dengan nilai absorban dari 0,213 sampai 0,585. Hasil yang diperoleh tidak jauh berbeda dengan hasil penelitian Indria (2012) yang mana *Bacillus mycoides* isolat ikan asin memiliki fase log pada jam ke-12 dengan nilai absorban sebesar 0,590. Pada fase logaritmik kecepatan sel membelah diri paling cepat dengan waktu generasi pendek dan konstan, metabolisme paling aktif, sintesis bahan sel sangat cepat

dengan jumlah konstan sampai nutrisi habis atau terjadinya penimbunan hasil metabolisme yang menyebabkan terhambatnya pertumbuhan (Sumarsih, 2003).

Nilai absorban yang semakin menurun dengan semakin lama masa inkubasi. Hal ini sesuai dengan pendapat Fardiaz (1988) bahwa pada saat tersebut sel bakteri sudah mulai masuk pada fase kematian. Sumarsih (2003) menyatakan bahwa pada fase kematian yang dipercepat, kecepatan kematian sel terus meningkat sedang kecepatan pembelahan sel nol, sehingga jumlah sel hidup menurun dengan cepat seperti deret ukur namun walaupun demikian penurunan jumlah sel hidup tidak mencapai nol, dalam jumlah minimum tertentu sel mikrobial akan tetap bertahan sangat lama dalam medium tersebut.

Berdasarkan hasil pengamatan kurva pertumbuhan, saat yang tepat untuk panen *Bacillus mycoides* adalah pada jam ke sepuluh, dimana pada jam ini *Bacillus mycoides* berada pada fase logaritmik. Pada saat ini aktivitas bakteri meningkat dan mengalami kecepatan pertumbuhan yang lebih tinggi dari pada fase lainnya (Fardiaz, 1988). Setelah melalui fase logaritmik bakteri akan mengalami fase stasioner dan kemudian fase kematian. Fase kematian terjadi karena nutrisi dalam medium dan energi cadangan di dalam sel sudah habis.

#### **4.2 Pengaruh Jumlah Inokulum Terhadap Kadar Serat Kasar dan Protein Kasar Onggok**

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, diperoleh data kadar serat kasar dan protein kasar hasil fermentasi oleh *Bacillus mycoides* dengan penambahan jumlah inokulum yang berbeda yakni 1%, 3% dan 5%. Data yang diperoleh dari hasil perlakuan ini dapat dilihat pada lampiran 6 dan 7.

Berdasarkan uji ANAVA ( $\alpha = 0.05$ ) diketahui bahwa F hitung  $>$  F tabel (lampiran 8 dan 9) dimana perlakuan penambahan variasi jumlah inokulum pada fermentasi onggok menunjukkan adanya pengaruh yang signifikan dalam menurunkan kadar serat dan meningkatkan kadar protein kasar onggok. Perbedaan yang signifikan pada data hasil perlakuan dapat dilihat pada tabel 4.1

Tabel 4.1. Uji DMRT pengaruh jumlah inokulum terhadap penurunan kadar serat kasar dan peningkatan protein kasar onggok setelah fermentasi

| No | Jumlah inokulum | Rata-rata kadar serat kasar onggok setelah fermentasi(%) | Rata-rata kadar protein kasar onggok setelah fermentasi(%) |
|----|-----------------|--|--|
| 1  | 0%              | 10,24a   | 1.09a  |
| 2  | 1%              | 9,39b  | 2.74b  |
| 3  | 3%              | 7,95c  | 4.79c  |
| 4  | 5%              | 6,81d  | 5.72d  |

Keterangan: Notasi yang diikuti huruf yang berbeda menunjukkan hasil yang berbeda secara signifikan pada taraf signifikansi  $<0,05$

Tabel 4.1 menunjukkan bahwa perlakuan penambahan jumlah inokulum yang paling besar dalam menurunkan kadar serat pada onggok adalah 5% dengan rata-rata kadar serat kasar onggok menjadi 6,81%. Besarnya nilai penurunan ini bila dibandingkan kontrol (0% inokulum) yakni dengan rata-rata kadar serat kasar onggok 10,24%. Penurunan berikutnya adalah perlakuan dengan penambahan jumlah inokulum 3% dengan kadar serat kasar onggok turun menjadi 7,95% dan penurunan paling rendah adalah dengan penambahan jumlah inokulum 1% dengan rata-rata kadar serat kasar onggok hanya mampu turun menjadi 9,93%.

Perlakuan penambahan jumlah inokulum yang paling besar dalam meningkatkan kadar protein kasar pada onggok adalah 5% dengan rata-rata kadar protein kasar onggok 5,72%. Peningkatan ini dikatakan terbesar bila

dibandingkan dengan kontrol (0% inokulum) yakni rata-rata kadar protein kasar ongkok hanya 1,09%. Perlakuan penambahan inokulum 5% berbeda nyata dengan perlakuan jumlah inokulum 3% dengan kadar protein kasar ongkok 4,79%. perlakuan yang menunjukkan hasil peningkatan kadar protein terendah yaitu dengan jumlah inokulum 1% yang hanya mampu meningkatkan kadar protein kasar ongkok menjadi 2,74%.

#### 4.3 Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Kadar Serat Kasar dan Protein Kasar Ongkok

Berdasarkan uji ANAVA ( $\alpha = 0,05$ ) diketahui bahwa F hitung  $>$  F tabel (lampiran 8 dan 9) bahwa perlakuan lama fermentasi pada ongkok berpengaruh secara signifikan dalam menurunkan kadar serat kasar dan meningkatkan kadar protein kasar ongkok. Data signifikansi penurunan kadar serat kasar dan peningkatan protein kasar pada ongkok oleh *Bacillus mycoides* dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4.2. Uji DMRT pengaruh lama fermentasi terhadap penurunan kadar serat kasar dan peningkatan kadar protein kasar ongkok setelah fermentasi

| No | Lama fermentasi | Rata-rata kadar serat kasar ongkok setelah fermentasi(%) | Rata-rata kadar protein kasar ongkok setelah fermentasi(%) |
|----|-----------------|--|--|
| 1  | 0 hari          | 10,24a   | 1,09a  |
| 2  | 2 hari          | 8,74b  | 2,01b  |
| 3  | 5 hari          | 8,23c  | 4,39c  |
| 4  | 8 hari          | 7,18d  | 6,86d  |

Keterangan: Notasi yang diikuti huruf yang berbeda menunjukkan hasil yang berbeda secara signifikan pada taraf signifikansi  $<0,05$

Tabel 4.2 menunjukkan lama fermentasi yang paling besar dalam menurunkan kadar serat kasar ongkok adalah 8 hari dengan rata-rata kadar serat kasar ongkok 7,18%. Hasil penurunanan ini dapat dikatakan yang paling besar

bila dibandingkan dengan kontrol (0 hari) yang memiliki rata-rata kadar serat kasar onggok 10,24%. Selanjutnya disusul dengan perlakuan lama fermentasi 5 hari yang menurunkan kadar serat kasar onggok menjadi 8,23% dan penurunan terendah adalah dengan lama fermentasi 2 hari yang menunjukkan kadar serat kasar onggok turun menjadi 8,74%.

Variasi perlakuan lama fermentasi 0 hari, 2 hari, 5 hari dan 8 hari menunjukkan ada pengaruh beda nyata terhadap kadar protein kasar onggok. Lama fermentasi yang paling baik dalam meningkatkan kadar protein kasar onggok adalah 8 hari dengan rata-rata kadar protein kasar onggok 6,86%. Hasil peningkatan ini dapat dikatakan yang paling tinggi bila dibandingkan dengan kontrol (0 hari) yang hanya memiliki rata-rata kadar protein kasar onggok 1,09%. Selanjutnya disusul dengan perlakuan lama fermentasi 5 hari yang meningkatkan kadar protein kasar onggok menjadi 4,39% dan peningkatan terendah adalah dengan lama fermentasi 2 hari yang menunjukkan kadar protein kasar onggok 2,01%.

#### **4.4 Pengaruh Interaksi Jumlah Inokulum dan Lama Fermentasi Terhadap Kadar Serat Kasar dan Protein Kasar Onggok**

Berdasarkan uji ANAVA ( $\alpha = 0,05$ ) diketahui bahwa  $F$  hitung  $>$   $F$  tabel (lampiran 8) bahwa perlakuan interaksi jumlah inokulum dan lama fermentasi pada onggok berpengaruh secara signifikan dalam menurunkan kadar serat kasar dan meningkatkan kadar protein kasar pada onggok. Data signifikansi penurunan kadar serat kasar dan peningkatan kadar protein kasar pada onggok oleh *Bacillus*

*mycoides* dengan interaksi perlakuan jumlah inokulum dan lama fermentasi dapat dilihat pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Uji DMRT pengaruh interaksi jumlah inokulum dan lama fermentasi terhadap penurunan kadar serat kasar onggok

| No | Interaksi jumlah inokulum dan lama fermentasi | Rata-rata kadar serat kasar onggok setelah fermentasi (%) |
|----|---|---|
| 1  | 9 (5%, 8 hari)                                | 5,51a   |
| 2  | 6 (3%, 8 hari)                                | 7,07b   |
| 3  | 8 (5%, 5 hari)                                | 7,11b   |
| 4  | 7 (5%, 2 hari)                                | 7,82c   |
| 5  | 5 (3%, 5 hari)                                | 7,96c   |
| 6  | 4 (3%, 2 hari)                                | 8,82d   |
| 7  | 3 (1%, 8 hari)                                | 8,96d   |
| 8  | 2 (1%, 5 hari)                                | 9,59e   |
| 9  | 1 (1%, 2 hari)                                | 9,62e   |
| 10 | 10 (0%, 0 hari)                               | 10,24f  |

Keterangan: Notasi yang diikuti huruf yang berbeda menunjukkan hasil yang berbeda secara signifikan pada taraf signifikansi <0,05

Data yang didapat dari hasil interaksi perlakuan menunjukkan bahwa perlakuan jumlah inokulum dan lama fermentasi yang paling tinggi dalam menurunkan kadar serat kasar pada onggok adalah interaksi 9 yakni interaksi antara jumlah inokulum 5% dengan lama fermentasi 8 hari dimana kadar serat kasar onggok menunjukkan rata-rata 5,51%. Hasil penurunan ini dapat dikatakan merupakan penurunan tertinggi bila dibandingkan dengan kontrol (0% inokulum dan 0 hari) dimana kadar serat kasar onggok menunjukkan 10,24%. Sedangkan penurunan kadar serat kasar yang paling rendah adalah pada interaksi perlakuan 1 dimana dengan penambahan jumlah inokulum 1% dengan lama fermentasi 2 hari yakni rata-rata kadar serat kasar onggok hanya mampu turun menjadi 9,62%.

Tingkat jumlah inokulum berkaitan dengan besaran populasi *Bacillus mycooides* yang berpeluang menentukan cepat tidaknya perkembangan bakteri itu sendiri dalam mengeluarkan metabolit sekundernya yang dalam hal ini berupa enzim selulase untuk mendegradasi komponen serat kasar pada onggok seperti selulosa, hemiselulosa dan lignin. Hal ini membuktikan bahwa semakin banyak jumlah populasi mikroba maka semakin dapat menurunkan kadar serat kasar pada suatu substrat. Menurut Laskin dan Hubert (1973) semakin tinggi jumlah populasi mikroba semakin tinggi pula enzim yang dihasilkan untuk memecah substrat. Selain semakin banyak enzim yang dihasilkan, dengan semakin lama waktu fermentasi maka semakin banyak kesempatan yang dimiliki oleh *Bacillus mycooides* untuk mendegradasi serat kasar pada onggok. Hal ini dibuktikan dengan semakin banyak jumlah inokulum yang diberikan menunjukkan kadar serat kasar semakin menurun. Begitu juga dengan perlakuan semakin lama waktu fermentasi yang diberikan menunjukkan kadar serat kasar yang semakin menurun. Berdasarkan hasil uji DMRT, perlakuan interaksi 9 yaitu dengan penambahan jumlah inokulum 5% dengan lama fermentasi 8 hari menunjukkan penurunan kadar serat kasar yang paling optimum yakni sebesar 4,7% dari kadar serat kasar kontrol 10,2% menjadi 5,5%.

Kemampuan *Bacillus mycooides* dalam menurunkan kadar serat kasar menjadi 5,5% menunjukkan bahwa *Bacillus mycooides* dapat dikembangkan lebih lanjut sebagai agen pendegradasi serat kasar pada substrat onggok untuk dapat dijadikan sebagai campuran pakan unggas terlebih pada ayam meskipun batas toleransi serat kasar yang dapat dicerna oleh unggas adalah tidak lebih dari 5%

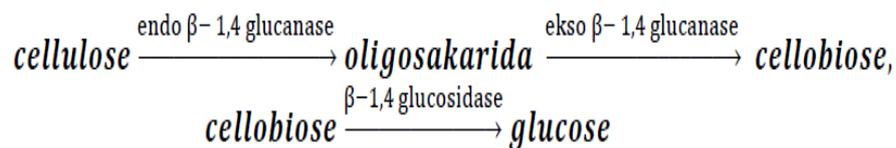
tetapi hasil penelitian ini sudah mendekati batas toleransi. Wiharto (1986) menyatakan bahwa toleransi pencernaan unggas terhadap serat kasar sangat lemah, batas serat kasar pada pakan unggas hanya berkisar 2-5%.

Adanya kisaran toleransi prosentase serat kasar pada unggas yang cukup sempit terkait dengan lambung yang dimiliki yakni jenis monogastrik dan tidak memiliki enzim selulase seperti pada hewan ruminansia. Meskipun serat kasar sulit dicerna namun masih diberikan batas toleransi 2-5%, hal ini karena pada unggas ternyata masih membutuhkan serat kasar dalam jumlah sedikit untuk meningkatkan gerak peristaltik dan merangsang asam empedu yang ternyata menguntungkan bagi unggas. Tillman *et al* (1989) menyatakan bahwa meskipun bagi hewan non-ruminansia selulosa tidak memiliki peran spesifik, namun keberadaannya penting dalam meningkatkan gerak peristaltik. Hetland *et al.*, (2004) menambahkan keberadaan serat tidak larut dalam gizzard merangsang sekresi garam empedu yang berfungsi mengemulsifikasi lipida pakan, sehingga peran lipida dalam menghalangi reaksi nutrien dan enzim endogen ayam menjadi berkurang, selain itu asam empedu juga berfungsi pada proses stabilisasi enzim protease sehingga dapat mencegah autolisis dan aktivitasnya tidak berkurang.

Pakan yang diberikan pada unggas yang mempunyai kandungan serat kasar tinggi yakni melebihi batas kisaran toleransi yang diberikan akan mengurangi kualitas pakan dan akan berpengaruh pada nilai pencernaan nutrien. Mursyid *et al* (2011) menyatakan bahwa Peningkatan porsi serat kasar (sebagai bahan yang tidak dapat dicerna) dalam pakan akan mengurangi porsi nutrien lain yang lebih mudah dicerna artinya kualitas pakan menurun, dan penurunan yang

terlalu tinggi akan berpengaruh terhadap nilai pencernaan nutrisi. Wang *et al.*, (2004) menambahkan penggunaan serat tidak larut juga mengakibatkan waktu transit digesta pada saluran pencernaan menjadi lebih cepat sehingga waktu untuk proses pencernaan menjadi lebih sedikit. Sebab lain yang dapat dijelaskan adalah penurunan tingkat absorpsi akibat hambatan akses nutrisi menuju epitel usus akibat viskositas digesta (Santos *et al.*, 2004).

Mekanisme *Bacillus mycoides* dalam menurunkan serat kasar adalah dengan mengeluarkan enzim selulase yang dimilikinya. Bakteri genus *Bacillus* memiliki kemampuan dalam mendegradasi selulosa karena mampu memproduksi enzim selulase yang ditunjukkan dengan adanya zona bening dalam tes iodine (Pelczar dan Chan, 1986) termasuk juga pada *Bacillus mycoides* yang sebelumnya telah dilakukan uji aktifitas enzim pada media CMC-agar oleh (Faticah, 2011) dengan diketahui indeks selulase sebesar 1,25. Adapun mekanisme penurunan serat kasar pada onggok oleh *Bacillus mycoides* dengan menghasilkan enzim selulase adalah dengan menguraikan serat kasar menjadi senyawa yang lebih sederhana seperti selobiosa (disakarida) dan glukosa. Menurut Andriyani *et al* (2012) Tipe enzim selulase yang dimiliki genus *Bacillus* termasuk enzim endo  $\beta$ -1,4 glukonase yang memiliki kemampuan mendegradasi selulosa menjadi oligosakarida dan ekso  $\beta$ -1,4 glukonase yang mampu mendegradasi oligosakarida menjadi selobiosa serta  $\beta$ -glukosidase yang mendegradasi selobiosa menjadi glukosa. Skema degradasi serat kasar oleh mikroba penghasil enzim selulase dapat dilihat pada gambar dibawah ini (Andriyani *et al.*, 2012):



Gambar 7. Skema degradasi serat kasar oleh mikroba penghasil enzim

Tillman *et al.*, (1989) juga menambahkan bahwa Selulosa dicerna dalam tubuh ternak dalam saluran pencernaan oleh selulase hasil jasad renik dan menghasilkan selubiosa, yang kemudian dihidrolisis lebih lanjut untuk menghasilkan glukosa dan hasil pencernaan oleh jasad renik terhadap selulosa adalah asam-asam lemak terbang (VFA) yang terdiri dari campuran asam asetat, asam propionat dan asam butirat, dan sebagai hasil sampingan adalah gas metan dan CO<sub>2</sub>. Fardiaz (1988) menambahkan bahwa pada proses fermentasi mikroba menggunakan karbohidrat sebagai sumber energi setelah terlebih dahulu dipecah menjadi glukosa. Karbohidrat dalam proses fermentasi digunakan oleh mikroba sebagai sumber karbon (C), pemecahan karbohidrat dapat menyebabkan penurunan serat kasar.

Berdasarkan uji ANAVA ( $\alpha = 0,05$ ) diketahui bahwa F hitung > F tabel (lampiran 8) yang menunjukkan bahwa perlakuan interaksi jumlah inokulum dan lama fermentasi pada onggok berpengaruh secara signifikan dalam meningkatkan kadar protein kasar onggok. Data signifikansi peningkatan kadar protein kasar pada onggok oleh *Bacillus mycoides* dengan interaksi perlakuan jumlah inokulum dan lama fermentasi dapat dilihat pada tabel 4.4

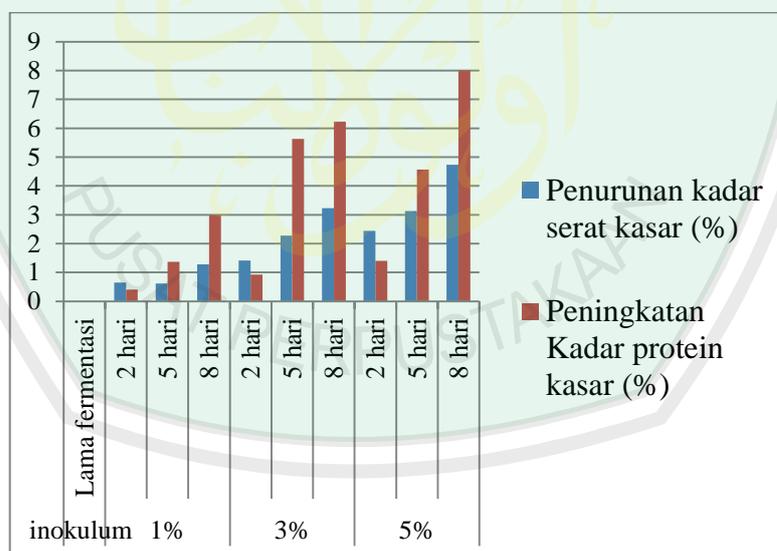
Tabel 4.4 Uji DMRT pengaruh interaksi jumlah inokulum dan lama fermentasi terhadap peningkatan kadar protein kasar onggok

| No | Interaksi jumlah inokulum dan lama fermentasi | Rata-rata kadar protein kasar onggok setelah fermentasi (%) |
|----|---|---|
| 1  | 10 (0%, 0 hari)                               | 1.09a   |
| 2  | 1 (1%, 2 hari)                                | 1.51b   |
| 3  | 4 (3%, 2 hari)                                | 2.03c   |
| 4  | 2 (1%, 5 hari)                                | 2.46d   |
| 5  | 7 (5%, 2 hari)                                | 2.50d   |
| 6  | 3(1%, 8 hari)                                 | 4.26e   |
| 7  | 5 (3%, 5 hari)                                | 5.04f   |
| 8  | 8 (5%, 5 hari)                                | 5.66g   |
| 9  | 6 (3%, 8 hari)                                | 7.32h   |
| 10 | 9 (5%, 8 hari)                                | 9.01i   |

Keterangan: Notasi yang diikuti huruf yang berbeda menunjukkan hasil yang berbeda secara signifikan pada taraf signifikansi  $<0,05$

Data yang disajikan dalam tabel 4.4 menunjukkan bahwa interaksi perlakuan jumlah inokulum dan lama fermentasi yang paling tinggi dalam meningkatkan kadar protein kasar pada onggok adalah interaksi 9 yakni interaksi antara jumlah inokulum 5% dengan lama fermentasi 8 hari dimana kadar protein kasar onggok menunjukkan rata-rata 9,01%. Hasil ini dapat dikatakan merupakan peningkatan tertinggi bila dibandingkan dengan kontrol (0% inokulum dan 0 hari) dimana kadar protein kasar onggok hanya sebesar 1,09%. Sedangkan peningkatan kadar protein kasar yang paling rendah adalah pada interaksi perlakuan 1 dimana dengan penambahan jumlah inokulum 1% dengan lama fermentasi 2 hari yakni rata-rata kadar protein kasar onggok hanya mampu naik menjadi 1,51%. Grafik penurunan kadar serat kasar dan protein kasar onggok oleh *Bacillus mycooides* dengan perlakuan jumlah inokulum dan lama fermentasi dapat dilihat pada gambar 4.2.

Paparan data di atas menunjukkan bahwa semakin lama fermentasi menghasilkan rataan kandungan protein kasar produk yang semakin tinggi. Hal ini disebabkan karena semakin lama fermentasi maka semakin banyak memberikan kesempatan pada *Bacillus mycoides* untuk tumbuh dan berkembang sehingga protein sel yang dihasilkan juga semakin banyak. Menurut Aisjah (1995) waktu inkubasi yang singkat mengakibatkan terbatasnya kesempatan mikroba untuk terus tumbuh dan berkembangbiak 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.



Gambar 4.2 Grafik penurunan kadar serat kasar dan peningkatan kadar protein kasar setelah fermentasi

Jumlah inokulum yang semakin banyak diberikan juga mengakibatkan peningkatan terhadap kadar protein, hal ini dikarenakan bakteri terdiri dari protein. Menurut Wizna *et al.*, (2009) Populasi mikroba yang tinggi

mengakibatkan kandungan protein kasar tinggi karena mikroba sebagian besar terdiri dari protein. Crueger dan Crueger (1984) menambahkan bahwa kadar protein berbagai jenis mikroba bervariasi, bakteri mengandung protein 70-78%. Selain karena bakteri tersusun dari protein, peningkatan kadar protein pada onggok juga disebabkan oleh perubahan N inorganik menjadi protein sel sehingga semakin banyak jumlah inokulum yang diberikan maka jumlah protein juga semakin banyak. Menurut Pasaribu (1998) kenaikan protein pada proses fermentasi dapat disebabkan oleh perubahan nitrogen anorganik seperti urea, gas amonia atau garam amonia menjadi protein sel. Lebih lanjut Gianfreda dan Rao, (2004) menyatakan bahwa Peningkatan protein dan asam amino pada onggok terfermentasi merupakan akumulasi dari protein onggok, protein mikrobia dan protein enzim ekstraseluler produksi mikrobia.

Data hasil penelitian menunjukkan bahwa *Bacillus mycoides* terbukti berpotensi dalam menaikkan kadar protein kasar. Hasil terbaik ditunjukkan dengan interaksi perlakuan 9 yakni dengan pemberian inokulum sebanyak 5% dengan lama fermentasi 8 hari yang mampu meningkatkan kadar protein kasar sebesar 7,914% yakni dari 1,104% menjadi 9,018%. Hasil ini tidak jauh berbeda dengan hasil penelitian Wizna *et al.*, (2009) yang memfermentasi onggok menggunakan *Bacillus amyloliquefaciens* dengan kenaikan kadar protein kasar sebesar 5,71% yakni dari 2,19% menjadi 7,9%. Hasil ini juga tidak jauh berbeda dengan penelitian Sofiyani (2006) yang memfermentasi onggok menggunakan *Bacillus sp.* dengan peningkatan kadar protein kasar sebesar 8% yakni dari 1,97% menjadi 9,98%.

Kemampuan *Bacillus mycoides* selain mampu menurunkan serat kasar onggok sampai pada batas mendekati kisaran toleransi serat kasar bagi unggas, juga mampu meningkatkan kadar protein kasar menjadi 9% hal ini membuktikan bahwa *Bacillus mycoides* dapat dikembangkan lebih lanjut sebagai agen peningkatan kadar protein kasar pada substrat yang rendah protein seperti pada onggok yang hanya memiliki kisaran prosentase kadar serat sebesar 1-1,1%. Meskipun hasil fermentasi tidak mampu meningkatkan kadar protein sampai pada batas prosentase kebutuhan protein unggas yakni ayam pedaging (*Broiler*) untuk pre-starter (0-2 minggu) antara 23,2-26,5%; starter (2-6 minggu) antara 19,5-22,7%; finisher (6 minggu-dipasarkan) antara 18,1-21,2%. Sedangkan kebutuhan protein ayam petelur (*Commercial layer*) untuk umur 0-6 minggu (*layer-growing*) antara 18-21%; umur 6-14 minggu berkisar 15%; dan umur 14-20 minggu berkisar 13-14% (Yunianto, 2001) namun hasil ini cukup baik mengingat onggok tidak dijadikan sebagai makanan pokok unggas tetapi sebagai campuran pakan sehingga nantinya dapat mengurangi bahan pokok pakan unggas seperti jagung atau yang lainnya yang mana bahan tersebut bersaing dengan kebutuhan manusia dan harganya mahal.

#### **4.4 Kajian Keislaman**

Banyaknya potensi bakteri endofit seperti yang ditunjukkan oleh *Bacillus mycoides* yang dapat dimanfaatkan oleh manusia merupakan salah satu anugerah, nikmat dan rahmat Allah SWT. Keberadaan bakteri tersebut merupakan sebagian dari tanda-tanda kekuasaan Allah, sehingga apa yang telah diciptakan-Nya patut untuk disyukuri dan dipelajari. AlQur'an secara tegas menyebutkan bahwa apa

yang ada di langit dan di bumi telah ditundukkan untuk manusia. Sebagaimana firman Allah dalam QS. Al-Jaatsiyah (45): 13 yang berbunyi:

وَسَخَّرَ لَكُمْ مَّا فِي السَّمَوَاتِ وَمَا فِي الْأَرْضِ جَمِيعًا مِنْهُ إِنَّ فِي ذَلِكَ  
لَآيَاتٍ لِّقَوْمٍ يَتَفَكَّرُونَ ﴿١٣﴾

Artinya: “Dan Dia telah menundukkan utukmu apa yang di langit dan apa yang di bumi semuanya, (sebagai rahmat) daripada-Nya. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar terdapat tanda-tanda (kekuasaan Allah) bagi kaum yang berfikir. (QS. Al-Jaatsiyah [45]: 13)

Ayat di atas, menjelaskan bahwa Allah telah menciptakan makhluk hidup yang ada di bumi, termasuk hewan dan tumbuhan. Makhluk hidup tersebut perlu dikaji oleh manusia karena keduanya disamping sangat bermanfaat juga merupakan tanda-tanda dari eksistensi-Nya.

Keseimbangan yang terjadi pada perlakuan interaksi antara variasi jumlah inokulum dan lama fermentasi menunjukkan bahwa Allah menciptakan segala sesuatu di alam ini dengan keadaan yang seimbang. Termasuk juga pada peran mikroorganisme seperti bakteri yang mampu membuat menjadikan keseimbangan ekosistem di alam. Konsep keseimbangan yang terjadi di alam telah difirmankan Allah dalam QS. Al-Mulk (67):3 sebagai berikut:

الَّذِي خَلَقَ سَبْعَ سَمَاوَاتٍ طِبَاقًا مَّا تَرَىٰ فِي خَلْقِ الرَّحْمَنِ مِنْ تَفَوتٍ  
فَارْجِعِ الْبَصَرَ هَلْ تَرَىٰ مِنْ فُطُورٍ ﴿٣﴾

Artinya: “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 (67):3).

Maksud dari ayat tersebut yaitu segala sesuatu yang diciptakan Allah di alam semesta ini pasti dengan keadaan seimbang. Penciptaan mikroorganisme berupa bakteri yang mempunyai banyak fungsi bagi kelangsungan kehidupan yang ada di dunia ini. Salah satu fungsi yang dimiliki oleh bakteri adalah sebagai pengurai sisa-sisa organisme yang mati sehingga terjadi keseimbangan ekosistem.

Adanya potensi yang dimiliki oleh *Bacillus mycoides* yang mampu meningkatkan kualitas nutrisi yang ada pada limbah agro industri berupa onggok ini mengisyaratkan bahwa segala makhluk yang diciptakan Allah SWT di langit dan di bumi ini tidak ada yang sia-sia. Penciptaan makhluk Allah yang tiada sia-sia ini telah disebutkan dalam QS. Ali-Imran (3):190 yang berbunyi:

إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ وَأَخْتِلَافِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ  
لَآيَاتٍ لِّأُولِي الْأَلْبَابِ ﴿١٩٠﴾

Artinya: “*Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi, dan silih bergantinya malam dan siang terdapat tanda-tanda bagi orang-orang yang berakal* (QS. Ali-Imran (3):190)

Kemudian dilanjutkan pada ayat berikutnya QS. Ali-Imran (3):191 yang berbunyi:

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

Artinya: (yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri atau duduk atau dalam keadan berbaring dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata): "Ya Tuhan kami, tiadalah Engkau menciptakan ini dengan sia-sia, Maha Suci Engkau, maka peliharalah kami dari siksa neraka. (QS. Ali-Imran (3):191)

Ayat diatas menunjukkan bahwa dalam penciptaan langit dan bumi serta sesuatu yang ada di dalamnya, termasuk dalam pergantian siang dan malam, keteraturan yang ada di dalamnya menunjukkan keesaan Allah dan kesempurnaan kehendak-Nya. manusia sebagai makhluk yang paling mulia dengan dianugerahi akal pikiran oleh Allah SWT diperintahkan untuk memperhatikan dan mengkaji apa yang ada di alam sekitar ini, maka tidak ada yang tidak mungkin potensi atau manfaat yang dimiliki oleh semua makhluk Allah akan dapat tergali potensinya. Seperti onggok yang merupakan limbah padat dari industri pengolahan singkong menjadi tepung tapioka. Dengan berfikir dan menganalisa bahwa masih tingginya kandungan nutrisi yang dimiliki onggok yakni mencapai 80,80% (Wizna *et al.*, 2009) yang dapat digunakan sebagai sumber karbon bagi *Bacillus mycooides* sehingga dapat dijadikan sebagai substrat atau medium fermentasi.

Adanya enzim selulase yang dimiliki oleh *Bacillus mycooides* maka serat kasar yang merupakan salah satu kandungan pada onggok dapat didegradasi menjadi senyawa yang lebih sederhana yaitu glukosa sehingga onggok dapat dijadikan sebagai bahan campuran pakan ternak unggas. Peningkatan kualitas nutrisi ditunjukkan dengan meningkatkan kadar protein kasar sebesar 8,00% yakni dari 1,10% menjadi 9,01% dan menurunkan kadar serat kasar sebesar 4,73% yakni dari 10,24% menjadi 5,52%.