



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Unand.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Unand.

TINGKAT HIDROLISIS ASAM FITAT OLEH FITASE YANG DIHASILKAN Fusarium verticillioides PADA JAGUNG

SKRIPSI



**SYASMINDA OKTORIMA
07 162 011**

**FAKULTAS PETERNAKAN
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG 2011**

TINGKAT HIDROLISIS ASAM FITAT OLEH FITASE YANG

DIHASILKAN *Fusarium verticillioides* PADA JAGUNG

Syasminda Oktorima, dibawah bimbingan
Prof. Dr. Ir. Hj. Yetti Marlida, MS dan Ir. Gita Ciptaan, MP
Jurusan Nutrisi dan Makanan Ternak, Fakultas Peternakan
Universitas Andalas, Padang 2011

UNIVERSITAS ANDALAS ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui konsentrasi fitase dari *Fusarium verticillioides*, konsentrasi substrat dan lama reaksi optimal dengan mengukur phospat anorganik yang dibebaskan serta kandungan asam fitat substrat (jagung) setelah diperlakukan dengan fitase. Hipotesis penelitian ini adalah semakin tinggi konsentrasi enzim, substrat dan lama reaksi enzimatis maka semakin tinggi phospat anorganik yang dibebaskan serta kandungan asam fitat pada substrat (jagung) menurun. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen di laboratorium dengan rancangan yang digunakan pada penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) pada 3 tahap yaitu tahap I : menentukan konsentrasi enzim optimum dengan 4 perlakuan (A= 0 unit, B= 10 unit, C= 15 unit, D= 20 unit), tahap II : menentukan konsentrasi substrat optimum dengan 4 perlakuan (A= 0,05%; B= 0,1%; C= 0,15%; D= 0,2%), tahap III : menentukan lama reaksi optimum dengan 4 perlakuan (A= 1 jam, B= 2 jam, C= 4 jam, D= 6 jam) serta 5 kali ulangan tiap perlakuannya. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Nutrisi Non Ruminansia, Fakultas Peternakan, Universitas Andalas. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kemampuan fitase dalam mendegradasi asam fitat pada jagung adalah pada konsentrasi fitase 30 unit, konsentrasi substrat 0.1 % dan lama reaksi 2 jam menunjukkan pengaruh berbeda sangat nyata ($P<0,01$) dan kandungan asam fitat menurun 4,98% pada substrat (jagung).

Kata Kunci : fitase, jagung, konsentrasi enzim, substrat, lama reaksi dan asam fitat

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur dikirimkan ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga dapat diselesaikan skripsi yang berjudul **TINGKAT HIDROLISIS ASAM FITAT OLEH FITASE YANG DIHASILKAN *Fusarium verticillioides* PADA JAGUNG**. Skripsi ini ditulis merupakan salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana pada Fakultas Peternakan Universitas Andalas Padang.

Ucapan terima kasih ditujukan kepada Ibu Prof. Dr. Ir. Hj. Yetti Marlida, MS selaku pembimbing I dan kepada Ir. Gita Ciptaan, MP selaku pembimbing II yang telah memberikan bimbingan serta masukan dalam penulisan skripsi ini. Selanjutnya kepada keluarga atas segala bantuannya baik dari segi materil dan moril serta teman – teman yang telah memberikan semangat dan waktunya dalam membantu penulisan skripsi ini.

Diharapkan dengan segala keterbatasan ilmu semoga skripsi ini dapat bermanfaat baik pribadi maupun bagi pihak – pihak lain.

Padang, Juli 2011

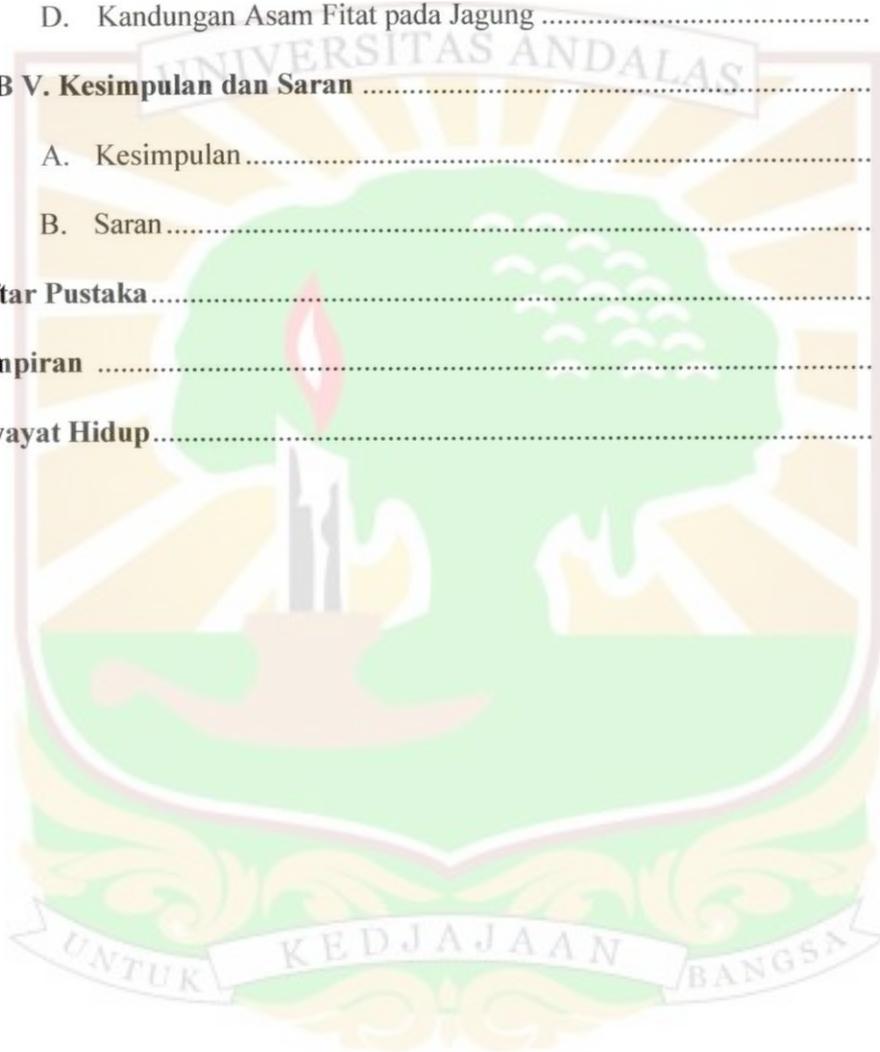
Penulis,

Syasminda Oktorima

DAFTAR ISI

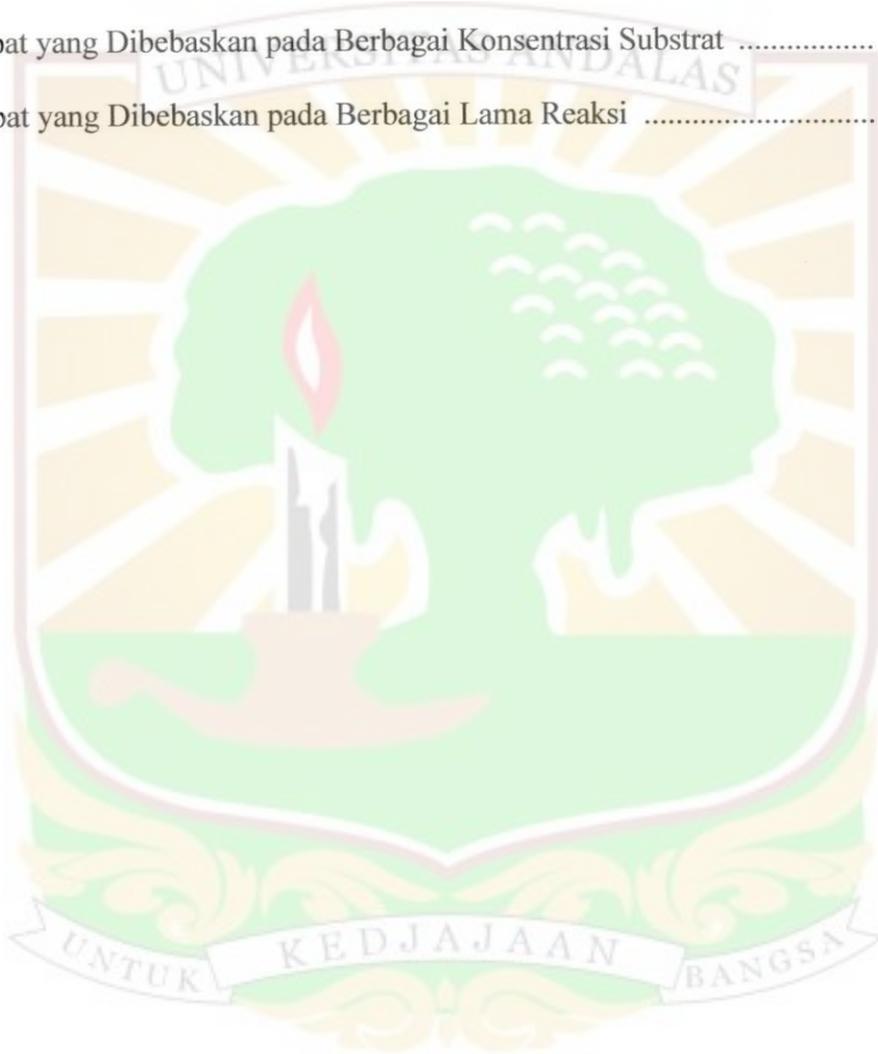
| | |
|---|-----|
| Abstrak | i |
| Kata Pengantar | ii |
| Daftar Gambar | v |
| Daftar Tabel | vi |
| Daftar Lampiran | vii |
| BAB I. Pendahuluan | 1 |
| A. Latar Belakang | 1 |
| B. Perumusan Masalah | 3 |
| C. Tujuan Penelitian | 3 |
| D. Hipotesis | 3 |
| BAB II. Tinjauan Pustaka | 4 |
| A. Kandungan Asam Fitat pada Pakan Bijian | 4 |
| B. <i>Fusarium verticillioides</i> sebagai Penghasil Fitase | 7 |
| C. Pengaruh Konsentrasi Enzim, Konsentrasi Substrat dan Lama Reaksi terhadap Aktivitas Fitase | 10 |
| BAB III. Materi dan Metoda Penelitian | 12 |
| A. Materi Penelitian | 12 |
| B. Metoda Penelitian | 12 |
| C. Parameter yang Diukur | 15 |
| D. Persiapan Penelitian | 15 |
| E. Pelaksanaan Penelitian | 17 |
| F. Tempat dan Waktu Penelitian | 19 |

| | |
|---|-------------|
| BAB IV. Hasil dan Pembahasan | 20 |
| A. Pengaruh Konsentrasi Fitase terhadap Phospat yang Dibebaskan | 20 |
| B. Pengaruh Konsentrasi Substrat terhadap Phospat yang Dibebaskan | 21 |
| C. Pengaruh Lama Reaksi terhadap Phospat yang Dibebaskan..... | 23 |
| D. Kandungan Asam Fitat pada Jagung | 25 |
| BAB V. Kesimpulan dan Saran | 26 |
| A. Kesimpulan..... | 26 |
| B. Saran..... | 26 |
| Daftar Pustaka..... | viii |
| Lampiran | 27 |
| Riwayat Hidup..... | xi |



DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| 1. Struktur Asam Fitat dalam Mengikat Mineral, Pati dan Protein serta Kerja Fitase dalam Membebaskan Fospat Anorganik | 5 |
| 2. <i>Fusarium verticillioides</i> | 8 |
| 3. Fospat yang Dibebaskan pada Berbagai Konsentrasi Fitase | 20 |
| 4. Fospat yang Dibebaskan pada Berbagai Konsentrasi Substrat | 22 |
| 5. Fospat yang Dibebaskan pada Berbagai Lama Reaksi | 24 |



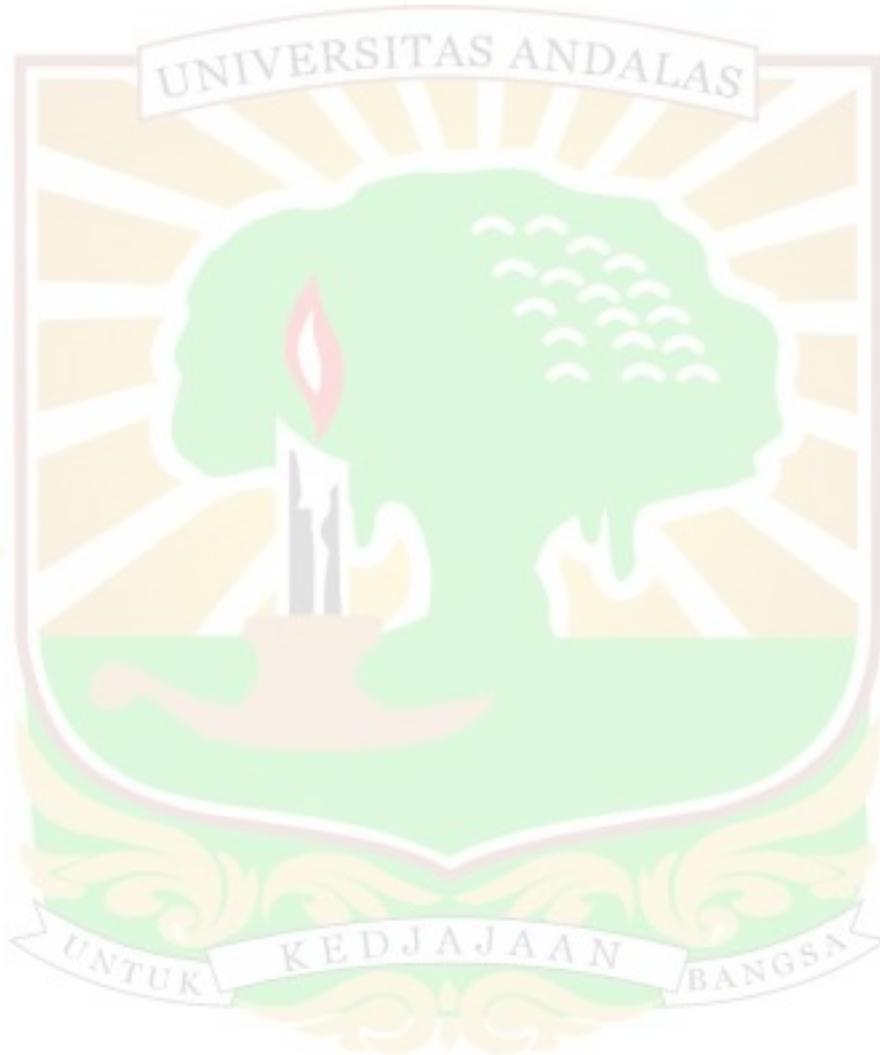
DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| 1. Kandungan Asam Fitat dalam Beberapa Bahan Pakan Sebelum dan Sesudah Diperlakukan dengan Fitase yang Dihasilkan <i>Fusarium verticillioides</i> | 4 |
| 2. Sumber Fitase yang Dihasilkan Mikroorganisme | 10 |
| 3. Hasil Pengamatan Perlakuan | 14 |
| 4. Analisis Keragaman | 14 |



DAFTAR LAMPIRAN

| | |
|---|----|
| 1. Phospat yang Dibebaskan pada Berbagai Konsentrasi Fitase | 27 |
| 2. Phospat yang Dibebaskan pada Berbagai Konsentrasi Substrat | 31 |
| 3. Phospat yang Dibebaskan pada Berbagai Lama Reaksi | 35 |
| 4. Kurva Standar Phospat Anorganik | 39 |



BAB I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Jagung merupakan tanaman yang lebih dari 90% hasil panennya digunakan sebagai bahan pakan sumber energi asal nabati dalam ransum monogastrik. Secara fisik jagung berbentuk biji- bijian yang kaya unsur P dan Ca, namun terikat dalam bentuk asam fitat sekitar 70- 80%. Dalam pakan monogastrik, jagung merupakan bahan pakan utama penyusun ransum yang unsur P dan Ca yang diikat oleh asam fitat tidak dapat dimanfaatkan karena monogastrik tidak dapat mensintesis fitase dari dalam tubuhnya untuk memutus ikatan tersebut. P dan Ca merupakan mineral penting yang dibutuhkan untuk pertumbuhan monogastrik, namun saat ini masih terbuang begitu saja lewat feces yang jika terlalu banyak mengkontaminasi tanah akan menyebabkan pencemaran tanah.

Asam fitat bersifat anti nutrisi dimana asam fitat mempunyai kemampuan yang kuat dalam mengikat mineral bervalensi 2 dan 3 seperti Zn^{++} , Ca^{++} , Mg^{++} , Fe^{++} dan Fe^{+++} dan juga dapat mengikat protein, asam- asam amino dan pati (Pallauf and Rimbach, 1996). Untuk mengurangi kemampuan asam fitat mengikat mineral dan protein, maka salah satu caranya adalah menambahkan fitase ke dalam bahan pakan yang mengandung asam fitat seperti jagung yang mengandung asam fitat 2,01 g/100g (Laboratorium Balai Penelitian Ternak, 2011), sedangkan Selle dan Ravindran (2006) dan NRC (1993) menyatakan bahwa kandungan asam fitat yang terikat P pada jagung 1,88 g/kg. Dalam penelitian Walz and Pallauf (2002), menunjukkan bahwa fitase pada pakan mampu meningkatkan penggunaan fosfor yang berikatan dengan asam fitat.

Dalam suatu reaksi optimasi, reaksi akan diperoleh apabila dicapai konsentrasi optimum reaksi yang terdiri dari konsentrasi enzim, substrat dan lama reaksi sementara pH dan suhu optimum yang dihasilkan kapang *Fusarium verticillioides* sebagai penghasil fitase yaitu 5,5 dan 55⁰C (Marlida *dkk*, 2009). *Fusarium verticillioides* merupakan mikroba endophitic yaitu mikroba yang diisolasi dari dalam tanaman baik dari akar, daun dan batang. *Fusarium verticillioides* yang dipakai dalam penelitian ini diisolasi dari akar tanaman kedelai. Dalam penelitian Marlida, *dkk* (2009), *Fusarium verticillioides* merupakan penghasil fitase dengan aktivitas enzimnya 0,78 U/ml.

Fitase (mio-inositol heksakisfosfat fosfohidrolase, E.C. 3.1.3.8.) merupakan suatu fosfomonoesterase yang mampu menghidrolisis asam fitat menjadi orto-fosfat anorganik dan ester-ester fosfat dari mio-inositol yang lebih rendah. Pemanfaatan fitase untuk menurunkan kadar asam fitat dalam bahan makanan dan meningkatkan nilai cernanya, perlu memperhatikan karakteristik enzim, sehingga enzim bekerja pada kondisi optimumnya.

Pada penelitian ini akan dicari konsentrasi fitase, konsentrasi substrat (jagung) dan lama reaksi yang optimum terhadap phospat anorganik yang dibebaskan, kandungan asam fitat substrat (jagung) setelah diperlakukan dengan fitase maka penulis mengangkat judul “ **Tingkat Hidrolisis Asam Fitat oleh Fitase yang Dihasilkan *Fusarium verticillioides* pada Jagung**”.

B. Perumusan Masalah

1. Apakah penambahan fitase ke dalam bahan pakan jagung mampu untuk membebaskan fosfor yang terikat dengan asam fitat dengan mengukur fosfat yang dibebaskan?
2. Apakah penambahan fitase ke dalam bahan pakan jagung mampu menurunkan kandungan asam fitat?

C. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan konsentrasi enzim, konsentrasi jagung dan lama reaksi yang optimum dengan mengukur fosfat anorganik yang dibebaskan serta kandungan asam fitat substrat (jagung) setelah diperlakukan dengan fitase.

D. Hipotesis Penelitian

Hipotesis dari penelitian ini adalah semakin tinggi konsentrasi enzim dan substrat serta lama reaksi enzimatik maka semakin tinggi fosfat anorganik yang dibebaskan dan kandungan asam fitat pada substrat (jagung) menurun.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Kandungan Asam Fitat pada Pakan Bijian

Jagung merupakan pakan homogen yang banyak dicerna oleh monogastrik, daya cerna pati jagung di ileum \pm 85 %. Jagung adalah relatif miskin sumber protein dan sebagian besar asam amino, maka banyak dilakukan perlakuan enzimatik agar meningkatkan kecernaan dan protein. Jagung berbeda dari biji-bijian lainnya karena hampir 90% fitat dikonsentrasikan di dalam *germ*.

Biji-bijian umumnya mengandung 60-90% total fosfor dalam bentuk fitat atau garam fitat. Asam fitat ($C_6H_{18}O_{24}P_6$ atau IP6) secara struktural adalah suatu cincin *myo-inositol* yang mengikat penuh 6 fosfat disekeliling cincin (Cosgrove, 1980). Asam fitat ditemukan pada bagian biji, daun, batang, maupun akar. Bagian terbesar terdapat pada bagian butir dan lapisan luarnya dengan jumlah mencapai 23 kali lipat lebih banyak daripada kandungan fitat pada bagian biji. Kandungan asam fitat untuk bahan pakan komersil bagi unggas dapat dilihat pada Tabel 1.

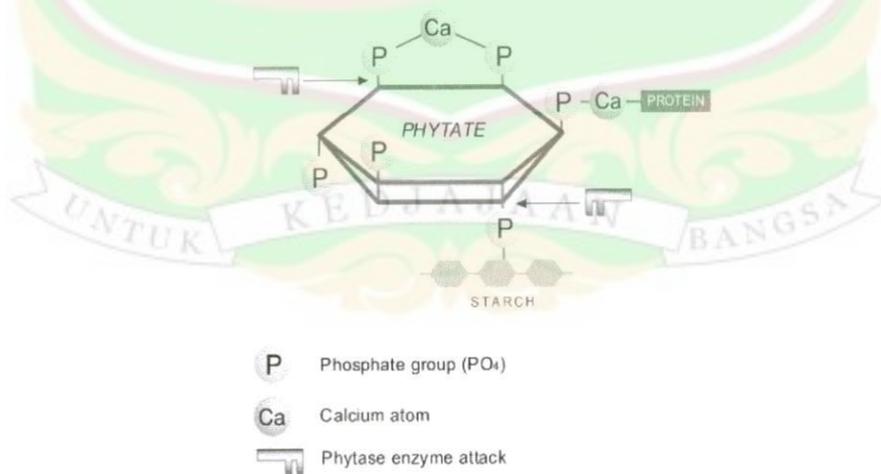
Tabel 1. Kandungan Asam Fitat dalam Beberapa Bahan Pakan Sebelum dan Sesudah Diperlakukan dengan Fitase yang Dihasilkan *Fusarium verticillioides*.

| Bahan Pakan | Kandungan Asam Fitat (g/100g) | | % Asam Fitat |
|-----------------|-------------------------------|--------------|--------------|
| | Tanpa Enzim | Dengan Enzim | |
| Dedak | 6,72 | 5,75 | 14,4 |
| Jagung | 2,01 | 1,91 | 4,98 |
| Bungkil kedelai | 2,07 | 1,75 | 15,46 |
| Bungkil kelapa | 1,97 | 1,76 | 10,65 |

Analisa Laboratorium Balai Penelitian Ternak, 2011

Fitat membentuk garam asam fitat dengan Calcium (Ca) dan Magnesium (Mg), (Irving, 1980). Pada pH netral atau pH umum dalam makanan, asam fitat

memiliki sifat negatif, dimana dalam keadaan ini sangat aktif membentuk ikatan dengan kation atau protein. Kation akan berikatan dengan satu atau lebih fosfat group dari molekul asam fitat, akan tetapi interaksi antara protein dengan asam fitat tergantung pada pH (Scott. *et al.*,1999). Fitat dalam tumbuhan berperan pada fungsi biologis penyimpanan fosfor dan kation yang dibutuhkan untuk pertumbuhan bibit tanaman. Asam fitat dalam sereal bukan merupakan bentuk distribusi dalam biji, akan tetapi merupakan penghubung dalam komponen morfologi spesifik dalam biji. Di dalam endosperma gandum dan padi, hampir tidak ditemukan fitat, akan tetapi didalam bagian *aleurone* biji yang tertutup sekam dan sekam mengandung fitat. Berdasarkan (Simell. *et al.*,1989), menyatakan bahwa *aleurone* terdapat dalam sekam, IP-6 ditemukan dalam jumlah sangat banyak dalam bentuk seluruh tepung dibandingkan dengan tepung hasil ekstraksi. Keadaan ini berpengaruh secara nyata terhadap mineral dalam biji. Proses pemutusan ikatan asam fitat oleh fitase sehingga membebaskan fosfor, pati dan protein dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Struktur Asam Fitat dalam Mengikat Mineral, Pati dan Protein serta Kerja Fitase dalam Membebaskan Fosfat Anorganik.

Biji-bijian mengandung mineral tinggi dengan *bioavailability* yang rendah. Menurut (Scott, J.J; 1991) menyatakan bahwa biji jagung berbeda dengan biji-bijian lain dimana 90% fitat terkonsentrasi di dalam bagian benih (*Germ*) dari biji. Fitat dalam kedelai sangat unik walaupun berasosiasi dengan *globoids*, tidak memiliki letak posisi yang spesifik (Ravindran. *et al.*, 1995). Beberapa kandungan asam fitat secara luas didalam berbagai varietas tumbuhan dan bagian-bagian tumbuhan. Sereal (jagung, barley, gandum) dan biji-bijian legume (*field peas*, *chickpeas*) sebagai bahan penyusun ransum mengandung asam fitat yang sama, dimana dalam bentuk kering mengandung asam fitat 0,25%. Secara keseluruhan tepung biji-bijian yang mengandung minyak, mengandung fosfor terikat fitat (fitat-P) tinggi. Rata-rata sekitar 70% total P didalam bahan pakan terdapat dalam bentuk fitat-P dan fosfor terikat fitat tersusun dari 10-25% dari total fosfor di dalam umbi-umbian.

Mineral fosfor adalah zat makanan yang ke tiga paling mahal dalam produksi peternakan unggas setelah energi dan protein. Bahan pakan sumber protein hewani biasanya kaya akan kandungan fosfor, sementara bahan pakan sumber protein nabati adalah rendah fosfor seperti kedelai, jagung, dedak dan gandum. Pada kedelai, jagung, dedak dan gandum terdapat kandungan antinutrisi berupa asam fitat yang tidak saja dapat mengikat mineral fosfor tetapi juga mineral lainya seperti Ca, Fe, Zn dan Mg, bahkan juga asam amino dan protein sehingga tidak dapat digunakan oleh ternak unggas karena terbentuknya kompleks protein-asam fitat yang susah diserap dalam saluran pencernaan. Fosfor dan protein yang tidak dapat dicerna oleh unggas akan dikeluarkan melalui feses sehingga dapat menyebabkan polusi pada lingkungan.

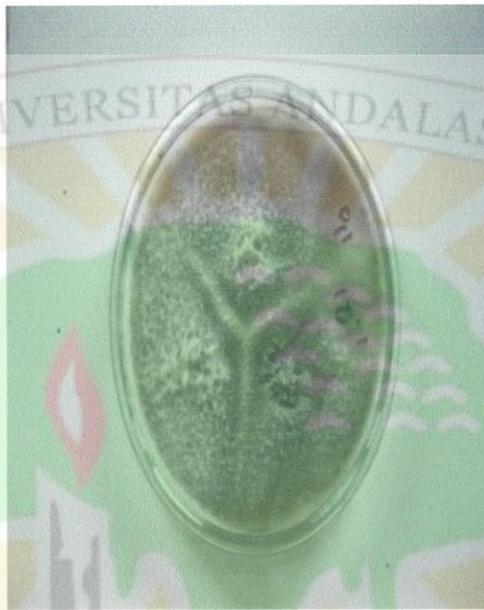
Phospor terikat fitat tidak dapat dimanfaatkan ternak dan terbuang dalam feses sehingga akan meningkatkan kandungan phospor dalam tanah dan air. Fitat merupakan kation multivalent tidak larut pada pH netral. Bentuk kompleks ini resisten dalam proses absorpsi dalam saluran pencernaan dan berpengaruh pada ketersediaan mineral. Fitat keberadaannya perlu dipertimbangkan sebagai antinutrisi.

Dalam konsentrasi tinggi dapat menurunkan *bioavailability* mineral dan protein. Asam fitat juga berpengaruh terhadap pemanfaatan kandungan nutrisi pakan. Ikatan *Chelat* fitat meningkatkan kebutuhan mineral dalam pakan. Mitchell. *et al.*, (1997), menyatakan bahwa mekanisme dari persaingan *chelation* dapat disebabkan oleh pengaruh *chelators* dalam mempengaruhi *bioavailability* mineral. Bentuk *chelat* fitat mineral akan menurunkan ketersediaan mineral karena terbentuknya fitat kompleks yang tidak larut. Kompleks mineral – *chelat* adalah merupakan bentuk yang larut dan kerap kali diabsorpsi secara utuh atau dapat melepaskan mineral dari ikatan fitat di dalam *brush border* pada epitel usus.

B. *Fusarium verticillioides* sebagai Penghasil Fitase

Fusarium verticillioides merupakan mikroba endophytic yaitu suatu mikroba yang diisolasi dari dalam tanaman baik dari akar, daun dan batang tanaman kedelai (Marlida, *dkk*, 2008). *Fusarium sp* memiliki bentuk miselium seperti kapas. Miseliumnya tumbuh cepat dengan bercak-bercak berwarna merah muda, abu-abu, atau kuning. Di bawah mikroskop, konidiofor *Fusarium sp* tampak bervariasi, bercabang atau tidak bercabang. Beberapa jenis *Fusarium sp* memiliki dua bentuk dasar konidia yaitu mikrokonidia dan makrokonidia, konidia

berwarna transparan, dan bersepta. Secara mikroskopis marga tersebut dapat dikenali dari bentuk sporanya (makrokonidia) yang melengkung seperti bulan sabit dan memiliki sel kaki (*pedicellate*). Kapang tersebut bersifat parasit pada tanaman tingkat tinggi dan saprofit pada bagian tanaman yang membusuk.



Gambar 2. *Fusarium verticillioides*

Sementara penelitian antimikroba dan antikanker terus berlanjut untuk menghasilkan suatu novel menggunakan mikroba endophytic. Marlida, *dkk* (2001) menemukan bahwa *Acremonium* sp kapang endophytic dapat menghasilkan enzim amylase pendegradasi pati yang berasal dari sagu, kentang, beras, gandum, tapioca dan jagung dan Marlida, *dkk* (2003) telah juga mengeksploitasi kapang endopitik penghasil enzim sellulase yang dapat mendegradasi sellulosa pada limbah pertanian/industri (sabut sawit, sabut kelapa, bagase dan serbuk gergaji).

Fitase (mio-inositol heksakisfosfat phosphohidrolase, E.C. 3.1.3.8.) merupakan suatu phosphomonoesterase yang mampu menghidrolisis asam fitat

menjadi orto-phospat anorganik dan ester-ester phospat dari mio-inisitol yang lebih rendah. Asam fitat adalah sejenis ester phospat yang dapat mengikat mineral penting (Ca^{++} , Fe^{++} , Mg^{++}) dan protein sehingga sulit diserap tubuh. Pemanfaatan fitase untuk menurunkan kadar asam fitat dalam bahan makanan dan meningkatkan nilai cernanya, perlu memperhatikan karakteristik enzim, sehingga enzim bekerja pada kondisi aktivitas optimumnya.

Enzim yang diisolasi dari mikroba memiliki beberapa keunggulan, antara lain potensi produksinya tidak terbatas, produksi fitase mikroba dalam memproduksi enzim dapat ditingkatkan, perbanyak mikroba relatif mudah dan murah serta dapat dikendalikan. Fitase sebagai bahan pakan aditif diharapkan mampu melepaskan ikatan fitat dengan kalsium, tembaga, seng, dan mangan, serta meningkatkan relaksasi usus dan absorpsi nutrien. Aktivitas fitase tidak terhambat dengan kehadiran mineral jarang asal ransum. Suplementasi fitase efektif memperbaiki penggunaan dan ketersediaan Ca dan P.

Peningkatan ketersediaan phospor berkorelasi positif dengan peningkatan penggunaan mineral Ca dan Zn, akan tetapi ketersediaan elemen organik ini dalam jumlah tinggi akan mengganggu absorpsi, retensi dan distribusi mineral tembaga. Zn dan Cu antagonis di dalam media *intestinal metallothionin*. Cu selalu kalah bersaing dalam berikatan dengan protein, hal ini disebabkan karena seng mempunyai afinitas lebih tinggi untuk berikatan dengan histidin dan sistein, sedangkan Cu hanya berafinitas tinggi dengan histidin sehingga diperlukan suplementasi Cu ke dalam ransum.

Suplementasi fitase dan Cu ke dalam ransum berbasis dedak padi diharapkan mampu memperbaiki kinerja ayam broiler melalui peningkatan kerja

enzim pertumbuhan, perbaikan kesehatan ternak, dan ketersediaan nutrient melalui peningkatan absorpsi dalam saluran pencernaan yang selanjutnya akan meningkatkan ketersediaan hayati mineral akibat peran fitase.

Table 2. Sumber Fitase yang Dihasilkan Mikroorganisme

| No | Mikroorganisme | aktivitas fitase | Penemu |
|----|---------------------------------|------------------|-----------------------------|
| 1 | <i>Fusarium verticillioides</i> | 0,78 U/ml | Marlida, <i>dkk.</i> , 2008 |
| 2 | <i>Rhizoctonia sp</i> | 0,46 U/ml | Marlida, <i>dkk.</i> , 2008 |
| 3 | <i>Cladosporium sp</i> | 0,35 U/ml | Quan, <i>et al.</i> , 2004 |

C. Faktor yang Mempengaruhi Aktivitas Fitase

1. Konsentrasi Enzim

Menurut Sadikin (2002) menyatakan bahwa makin besar konsentrasi enzim maka makin banyak pula produk yang terbentuk dalam tiap waktu. Dengan bertambahnya waktu pada tiap konsentrasi enzim penambahan jumlah produk tidak lagi berbanding lurus seiring berlalunya waktu tersebut. Pada konsentrasi enzim yang besar maka peluang untuk substrat diolah oleh enzim semakin besar.

2. Konsentrasi Substrat

Menurut Thenawijaya (1990) menyatakan bahwa pada konsentrasi substrat yang amat rendah, kecepatan reaksi juga amat rendah tetapi kecepatan ini akan meningkat dengan meningkatnya konsentrasi substrat. Pada saat menguji konsentrasi substrat yang terus meningkat setiap saat mengukur kecepatan reaksi yang dikatalis ini, akan ditemukan bahwa kecepatan ini meningkat dengan nilai yang semakin kecil yang pada akhirnya akan mencapai titik batas dan setelah titik ini dilampaui, kecepatan reaksi hanya akan meningkat sangat kecil dengan bertambahnya konsentrasi substrat.

Hubungan antara konsentrasi substrat dan laju reaksi enzimatik dibuat dalam sebuah persamaan yang disebut dengan Michaelis- Menten yang menyatakan bahwa pada konsentrasi substrat yang sangat rendah kecepatan reaksi berbanding lurus dengan konsentrasi substrat sedangkan pada konsentrasi substrat yang tinggi jauh melampaui nilai K_m (bilangan tetap), penambahan konsentrasi substrat tidak lagi menunjukkan kenaikan laju reaksi.

3. Lama Reaksi

Menurut Thenawijaya (1990) menyatakan bahwa ada hubungan antara konsentrasi substrat dengan kecepatan reaksi enzimatik sehingga hal ini juga berpengaruh terhadap lama reaksi. Lama reaksi ini menyangkut akan cepat atau lambatnya sebuah substrat untuk diolah oleh enzim sehingga substrat memiliki kemampuan berlebih untuk melepaskan sebuah zat dari dalam tubuhnya.



BAB III. MATERI DAN METODA

A. Materi Penelitian

Materi yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari bahan dan alat:

a. Bahan

- Jagung yang telah dihaluskan
- fitase yang diproduksi dari *Fusarium verticillioides*
- zat-zat kimia yang digunakan yaitu buffer acetat, Tri Carboxilat Acid (TCA), glukosa, NH_4NO_3 , KCl, MgSO_4 , FeSO_4 , MnSO_4 , asam sulfat, selenium, H_2SO_4 , indikator MM (Metil Merah), NaOH dan asam fitat.

- ##### b. Alat yang digunakan yaitu tabung reaksi, botol universal, stock bottle, aluminium foil, autoklav, micropipette, stirel, centrivius, spektrofotometer, vortex, shacker water bath, bombkalorimeter, erlenmeyer, labu ukur, labu kjehdal, labu destilasi dan seperangkat alat labor lainnya.

B. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen di laboratorium, menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 3 tahap (tahap 1: menentukan konsentrasi enzim, tahap 2: menentukan konsentrasi substrat, tahap 3: menentukan lama reaksi) dan 4 perlakuan (tahap 1: A= 0 unit; B= 10 unit; C= 20 unit; D= 30 unit, tahap 2: A= 0,05%; B= 0,10%; C= 0,15%; D= 0,20%, tahap 3= 1 jam; 2 jam; 4 jam; 6 jam) tiap tahapnya dan 5 kali ulangan tiap tahap perlakuannya, dimana sebagai perlakuan adalah pengujian optimasi fitase dari *Fusarium verticillioides* terhadap fosfat anorganik yang dibebaskan, penurunan kandungan asam fitat sebelum dan sesudah diperlakukan dengan fitase.

Untuk menentukan fosfat anorganik yang dibebaskan, dilakukan 3 tahap penelitian yaitu :

- Tahap I, mencari konsentrasi enzim yang optimum dengan tingkatan konsentrasi enzim (A = 0 unit, B = 10 unit, C = 20 unit dan D = 30 unit) dengan 5 kali ulangan pada tiap tingkatan konsentrasi enzim.
- Tahap II, mencari konsentrasi substrat optimum. Konsentrasi enzim optimum yang telah didapat sebelumnya direaksikan dengan tingkatan konsentrasi substrat (A = 0.05%, B = 0.1%, C = 0.15% dan D = 0.2 %) dengan 5 kali ulangan setiap konsentrasi substrat.
- Tahap III, mencari lama reaksi yang optimum, dimana konsentrasi enzim optimum dan konsentrasi substrat optimum yang telah didapat sebelumnya direaksikan dengan memvariasikan lama reaksinya (A = 1 jam, B = 2 jam, C = 4 jam dan D = 6 jam) dengan 5 kali ulangan setiap tingkatan lama reaksi.

Model matematika yang digunakan menurut Steel and Torrie (1991) yaitu sebagai berikut :

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Keterangan :

Y_{ij} = nilai pengamatan pada perlakuan ke- i dan ulangan ke- j

μ = nilai tengah umum

i = banyaknya perlakuan (A, B, C dan D)

j = banyaknya ulangan (1, 2 dan 3)

τ_i = pengaruh perlakuan ke- i

ε_{ij} = pengaruh sisa dari percobaan

Tabel 3 : Hasil Pengamatan Perlakuan

| Ulangan | Perlakuan (unit) | | | | Total |
|---------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------|
| | A | B | C | D | |
| 1 | y _{1.1} | y _{2.1} | y _{3.1} | y _{4.1} | |
| 2 | y _{1.2} | y _{2.2} | y _{3.2} | y _{4.2} | |
| 3 | y _{1.3} | y _{2.3} | y _{3.3} | y _{4.3} | |
| 4 | y _{1.4} | y _{2.4} | y _{3.4} | y _{4.4} | |
| 5 | y _{1.5} | y _{2.5} | y _{3.5} | y _{4.5} | |
| Total | y _{1 ...} | y _{2 ...} | y _{3 ...} | y _{4 ...} | Y... |
| Rataan | μ ₁ | μ ₂ | μ ₃ | μ ₄ | μ... |

Tabel 4: Analisis Keragaman

| Sumber keragaman | DB | JK | KT | F hitung | F tabel | |
|------------------|-----------|-----|-----|-------------------|---------|------|
| | | | | | 0,05 | 0,01 |
| Perlakuan | t - 1 | JKP | KTP | $\frac{KTP}{KTS}$ | | |
| Sisa | DBT - DBP | JKS | KTS | | | |
| Total | t - 1 | JKT | | | | |

$$FK = \frac{(Y...)^2}{n}$$

$$JKP = \frac{(y_{1...})^2}{r} + \dots + \frac{(y_{4...})^2}{r} - FK$$

$$JKT = y_{1.1}^2 + \dots + y_{4.5}^2 - FK$$

$$JKS = JKT - JKP$$

$$KTP = \frac{JKP}{DBP}$$

$$KTS = \frac{JKS}{KTS}$$

$$F \text{ Hitung} = \frac{KTP}{KTS}$$

$$SE = \sqrt{\frac{KT \text{ Sisa}}{r}}$$

Uji F hitung menunjukkan adanya pengaruh perlakuan yang nyata maka dilakukan uji lanjut Duncan's Multiple Range Test (DMRT).

C. Parameter yang diukur

1. Phospat anorganik yang dibebaskan (mg/ml)
2. Kandungan asam fitat (%)

D. Persiapan Penelitian

1. Peremajaan Kapang.

- Botol universal, petridish dan test tube yang akan digunakan untuk tempat media padat dikeringkan di dalam oven.
- Potatoes Dekstrosa Agar (PDA) ditimbang dengan perbandingan 3.9 gr untuk 100 ml aquades dimasukkan ke dalam gelas piala, kemudian dididihkan sampai berwarna bening dengan cara diaduk terus menerus menggunakan batang pengaduk agar tidak terdapat gumpalan di dasar gelas piala.
- Setelah bening diteteskan 5 tetes twen 80 ke dalam gelas piala yang berisi larutan PDA dan aquades sambil tetap diaduk.
- Saat masih panas segera dituangkan ke botol universal (8 ml) dan test tube (7 ml) yang telah dibuat tutup kapas dan aluminium foil.
- Botol universal dan test tube yang berisi PDA diautoklave selama 2 jam untuk mencegah kontaminan.
- Setelah 2 jam botol universal, test tube dan petridish dikeluarkan dari autoklave, untuk botol universal dan test tube dimiringkan sedangkan untuk petridish dibiarkan begitu saja sampai agarnya mengeras.
- Setelah agarnya mengeras, laminar flow disterilkan dari kontaminan dengan cara menyemprotkan alkohol, kemudian dikeringkan dengan cara

dilap dengan tisu atau dibiarkan terbuka selama 1 jam, berikutnya bunsen dihidupkan dan dimasukkan ke dalam laminar flow.

- Oase dibakar ke Bunsen sampai berwarna kemerahan, kemudian buka tutup botol universal yang berisi bibit kapang dengan membakar mulut dari botol tersebut untuk mencegah kontaminan. Selanjutnya buka tutup botol universal yang berisi agar dan bakar mulutnya kemudian ambil bibit kapang dengan menggunakan oase dan goreskan di agar baru berbentuk zig – zag dan bakar kedua mulut botol kemudian ditutup kembali untuk dibiarkan tumbuh sedangkan agar bibit dibuang.

2. Produksi Fitase.

Digunakan tabung erlemeyer 250 ml yang diisi 100 ml media fermentasi. Komposisi media fermentasi sebagai berikut : 1.5 g glukosa, 0.2 g NH_4NO_3 , 0.05 g KCL, 0.05 MgSO_4 , 0.03 g FeSO_4 , 0.03 g MnSO_4 dan 1 g dedak dalam 100 ml akuades. Kemudian disterilkan di dalam autoklaf selama 2,5 jam. Setelah dingin inokulum *Fusarium verticillioides* masing-masing sebesar 2.5 % diinokulasikan, medium yang telah diinokulasi kemudian ditempatkan pada shaker pada suhu ruang selama 48 jam pada kecepatan 120 rpm. Selanjutnya dicentrifius sampai terjadi endapan dan supernatan yang terbentuk diambil sebagai ekstrak kasar fitase.

E. Pelaksanaan Penelitian

A. Persiapan Substrat (jagung) untuk Mengukur Phospat Anorganik yang Dibebaskan.

Jagung yang digunakan untuk sampel digiling dan diayak dengan ukuran ayakan 1 mash. Setelah itu dilarutkan dengan buffer acetat 0,1 M, pH 5,5 selama 1 jam dengan konsetrasi yang berbeda (0,05%, 0,1%, 0,15% dan 0,2%).

1. Phospat yang Dibebaskan pada Berbagai Konsentrasi Fitase.

Substrat 0,05% diambil sebanyak 1 ml untuk ditambahkan 1 ml enzim fitase dengan konsentrasi yang berbeda yaitu 0 unit, 10 unit, 20 unit dan 30 unit. Selanjutnya diinkubasi pada suhu 55⁰C di dalam shaker water bath selama 1 jam. Setelah itu distop reaksi/ reaksi dihentikan dengan menambahkan 0,25 ml, 0,1 TCA untuk selanjutnya dicentrifius dengan kecepatan 5000 rpm selam 30 menit. Kemudian supernatant diambil sebanyak 1 ml masing- masing konsentrasi enzim yang berbeda tersebut, ditambahkan toussky reagent 1,25 ml dan untuk mengetahui jumlah phospat yang dibebaskan dengan menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 570 nm dan didapatkan konsentrasi enzim.

2. Phospat yang Dibebaskan pada Berbagai Konsentrasi Substrat.

Setelah didapatkan konsentrasi enzim untuk substrat dengan konsentrasi 0,05% selanjutnya diambil lagi 1 ml substrat dengan konsentrasi 0,1%, 0,15% dan 0,2% untuk selanjutnya direaksikan dengan 1 ml enzim fitase dengan konsentrasi enzim optimum yang didapatkan. Selanjutnya diinkubasi pada suhu 55⁰C di dalam shaker water bath selama 1 jam. Setelah itu reaksi distop dengan menambahkan 0,25 ml, 0,1 M TCA untuk kemudian disentrifius pada kecepatan 5000 rpm

selama 30 menit. Supernatant yang dihasilkan untuk masing- masing konsentrasi diambil 1 ml, ditambahkan reagent toussky 1,25 ml untuk diukur phospat yang dibebaskan dengan menggunakan spektrofotometer 570 nm dan didapatkan konsentrasi substrat optimum.

3. Phospat yang Dibebaskan pada Berbagai Lama Reaksi.

Setelah didapatkan konsentrasi enzim dan konsentrasi substrat optimum yang diinkubasi selama 1 jam, maka substrat dengan konsentrasi optimum diambil 1 ml dan ditambahkan 1 ml enzim fitase dengan konsentrasi enzim optimum. Kemudian diinkubasi pada suhu 55°C di dalam shaker water bath selama 2 jam, 4 jam dan 6 jam. Setelah itu reaksi distop dengan menambahkan 0,25 ml, 0,1 M TCA untuk kemudian disentrifius pada kecepatan 5000 rpm selama 30 menit. Supernatant yang dihasilkan masing- masingnya konsentrasi diambil 1 ml, ditambahkan reagent toussky 1,25 ml untuk diukur phospat yang dibebaskan dengan menggunakan spektrofotometer 570 nm untuk mendapatkan lama reaksi optimum.

B. Persiapan Substrat (Jagung) untuk Mengukur Kandungan Asam Fitat.

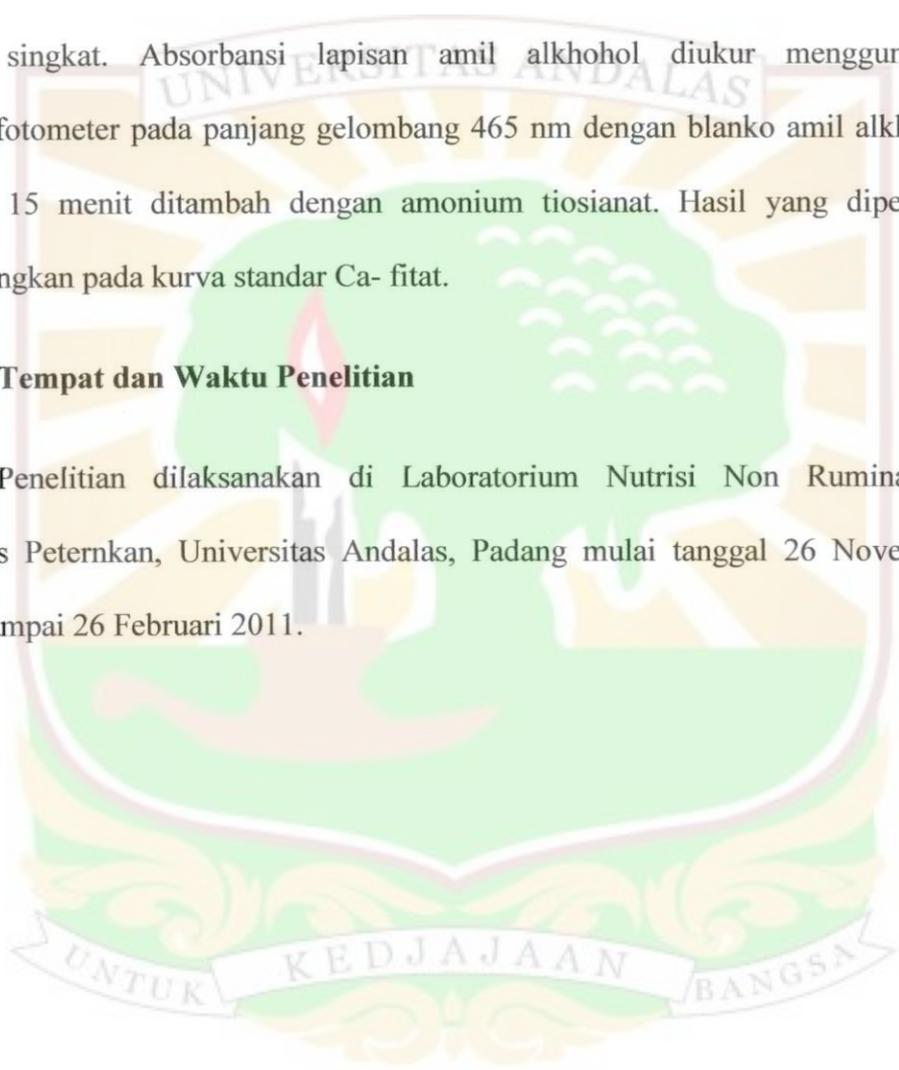
Sampel dalam bentuk tepung kering sebanyak 1 g disuspensikan dalam 50 ml HNO_3 0,5 M. Suspensi ini diaduk dengan menggunakan magnetic stirrer selama 3 jam pada suhu ruang dan kemudian disaring. Filtrat yang diperoleh digunakan untuk penentuan asam fitat.

Mengukur kandungan asam fitat (David dan Reid, 1979).

Dalam tabung reaksi yang berisi 0,5 ml filtrat ditambahkan 0,9 ml HNO₃ 0,5 M dan 1 ml FeCl₃, tabung reaksi ditutup dan direndam dalam air mendidih selama 20 menit. Setelah itu didinginkan, ditambahkan 5 ml amil alkhohol dan 1 ml larutan amonium tiosianat dan centrivius dengan kecepatan rendah dalam waktu singkat. Absorbansi lapisan amil alkhohol diukur menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 465 nm dengan blanko amil alkhohol setelah 15 menit ditambah dengan amonium tiosianat. Hasil yang diperoleh dibandingkan pada kurva standar Ca- fitat.

E. Tempat dan Waktu Penelitian

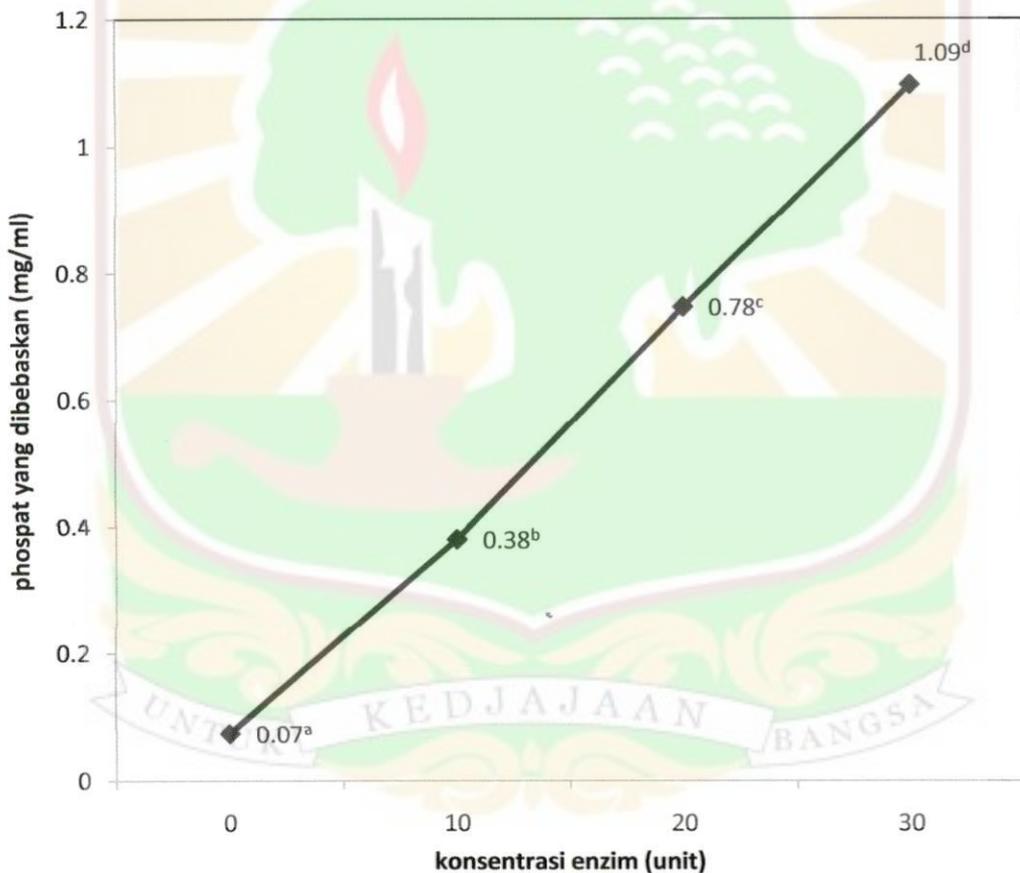
Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Nutrisi Non Ruminansia, Fakultas Peternakan, Universitas Andalas, Padang mulai tanggal 26 November 2010 sampai 26 Februari 2011.



IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengaruh Konsentrasi Enzim terhadap Phospat yang Dibebaskan

Berdasarkan hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa perbedaan konsentrasi fitase memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap phospor yang dibebaskan. Hasil uji lanjut DMRT menunjukkan antara perlakuan memberikan pengaruh berbeda sangat nyata ($P < 0,01$) dimana perlakuan A berbeda sangat nyata dengan perlakuan B, C dan D dapat dilihat pada Gambar 3.



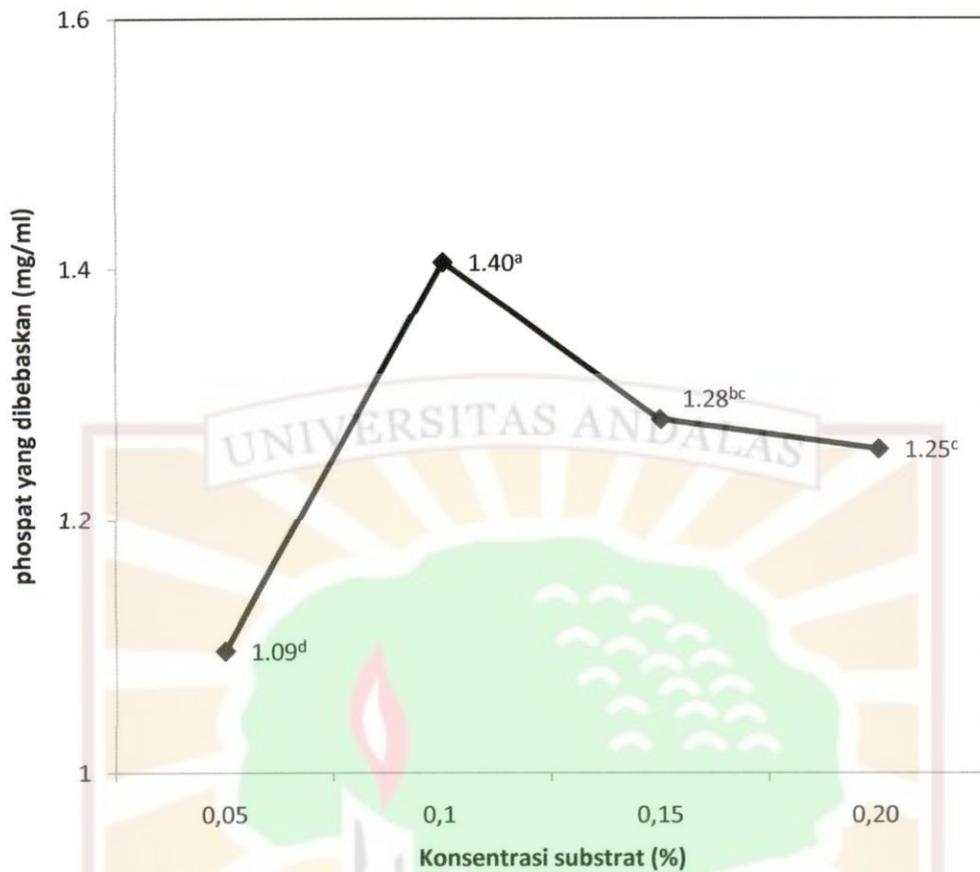
Gambar 3. Phospat yang Dibebaskan pada Berbagai Konsentrasi Fitase

Pada Gambar 3 juga dapat dilihat tanpa perlakuan fitase (control, 0 unit fitase) diperoleh phospat yang dibebaskan sebanyak 0,07 mg/ml. Hal ini disebabkan terdapatnya fitase endogenous yang dihasilkan oleh jagung, yang

bekerja saat jagung direndam dalam larutan buffer acetat 0,1 M, pH 5,5. Konsentrasi fitase paling tinggi yang pada diperoleh 30 unit, dimana fosfat yang dibebaskan adalah 1,09 mg/ml. Pada Gambar 3 dapat dilihat jumlah fosfat yang dibebaskan oleh fitase berkisar antara 0,07 mg/ml sampai 1.09 mg/ml, dimana terlihat bahwa semakin tinggi konsentrasi enzim yang digunakan semakin meningkat fosfat yang dibebaskan. Hal ini didukung oleh Sadikin (2002) yang menyatakan bahwa pada saat konsentrasi enzim besar, peluang untuk substrat diolah oleh enzim makin besar dengan kurva yang didapatkan naik/ linier namun bisa terdapat penyimpangan seperti kurva menjadi melengkung yang disebabkan oleh pemakaian enzim yang tidak murni sehingga mungkin terdapat benda- benda penghambat laju reaksi dalam jumlah yang sangat kecil.

B. Pengaruh Konsentrasi Substrat terhadap Fosfat yang Dibebaskan

Berdasarkan hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa perbedaan konsentrasi substrat memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap fosfat yang dibebaskan. Hasil uji DMRT menunjukkan bahwa antar perlakuan memberikan pengaruh berbeda sangat nyata ($P < 0,01$) dimana perlakuan A berbeda sangat nyata, namun perlakuan C dan D tidak berbeda nyata setelah mengalami penurunan dari perlakuan B tapi mengalami kenaikan yang cukup berbeda nyata dari perlakuan A ke perlakuan B dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Phospat yang Dibebaskan pada Berbagai Konsentrasi Substrat

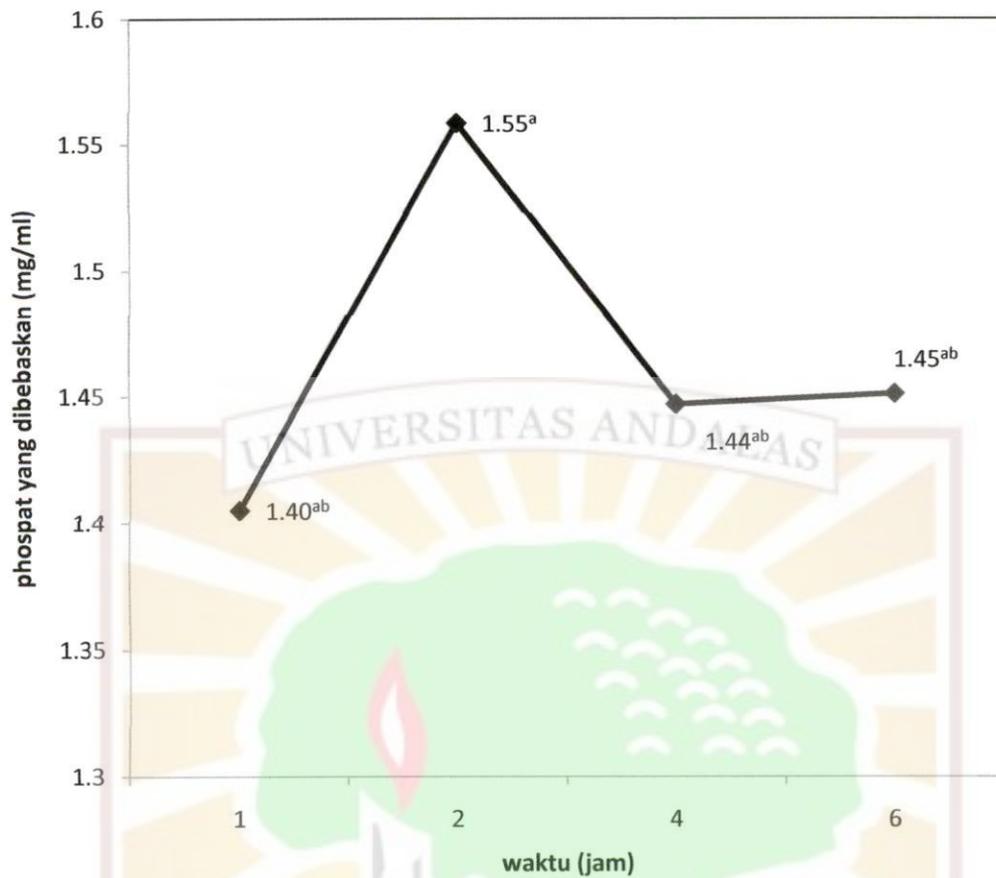
Konsentrasi substrat optimum pada saat konsentrasi enzim 30 unit yang didapatkan dalam penelitian ini yaitu saat konsentrasi substrat 0,1% dimana phospat yang dibebaskan 1,40 mg/ml. Pada Gambar 4 dapat dilihat jumlah phospat yang dibebaskan oleh fitase berkisar antara 1,09 mg/ml- 1,40 mg/ml dimana terlihat penurunan setelah didapatkan konsentrasi substrat optimum 0,1% yaitu pada konsentrasi substrat 0,15% dan 0,20%.

Saat konsentrasi substrat optimum telah dicapai, ini berarti enzim telah menduduki semua sisi aktif dari substrat sehingga substrat jenuh oleh enzim dan menyebabkan produk yang dihasilkan yang dalam penelian ini berupa fospor menjadi berkurang untuk dibebaskan karena enzim tidak mampu lagi untuk memutuskan ikatan asam fitat. Hal ini diperkuat oleh Thenawijaya (1990) bahwa

pengaruh konsentrasi substrat yang berbeda sangat berpengaruh terhadap kecepatan reaksi yang akan selalu meningkat sampai pada titik jenuh dan saat telah sampai pada titik jenuh ini enzim telah menjadi jenuh oleh substratnya dan tidak dapat lagi berfungsi lebih cepat pada konsentrasi selanjutnya dan ini disebut juga dengan kecepatan maksimum (V_{maks}). Dalam hukum Michaelis-Menten dinyatakan bahwa pengaruh konsentrasi substrat terhadap kecepatan awal reaksi enzimatik akan mendekati tetapi tidak akan sama dengan kecepatan maksimum (V_{maks}) tetapi akan dapat dicapai dengan setengah kecepatan maksimum (K_m).

C. Pengaruh Lama Reaksi terhadap Fosfat yang Dibebaskan

Berdasarkan analisis keragaman menunjukkan bahwa perbedaan lama reaksi memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap fosfor yang dibebaskan. Hasil uji DMRT menunjukkan antar perlakuan memberikan pengaruh tidak berbeda nyata pada saat perlakuan A, C dan D sedangkan pada perlakuan B memiliki pengaruh yang sangat berbeda nyata ($P < 0,01$) ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Phospat yang Dibebaskan pada Berbagai Lama Reaksi

Pada penelitian ini telah didapatkan konsentrasi enzim 30 unit dan konsentrasi substrat optimum 0,1% maka dilanjutkan dengan pencarian lama reaksi optimum dan didapatkan lama reaksi optimum yaitu 2 jam dengan phospat yang dibebaskan 1,56 mg/ml. Pada Gambar 5 dapat dilihat asam fitat yang terkandung pada jagung mampu dihidrolisis menjadi phospat anorganik mencapai waktu optimum 2 jam, semakin lama reaksi terlihat semakin menurun phospat yang dibebaskan. Hal ini disebabkan oleh saat konsentrasi substrat optimum 0,1%, kemampuan untuk menghidrolisis asam fitat untuk membebaskan phospat paling tinggi oleh fitase yang dalam konsentrasi optimum 30 unit terdapat pada waktu 2 jam karena kadar asam fitat pada jagung tidak terlalu tinggi sehingga

dalam waktu 2 jam tersebut enzim mampu untuk membebaskan substrat dalam jumlah tinggi.

Pada saat substrat telah jenuh diduduki oleh enzim dan jika lama reaksi ditambah akan menyebabkan penurunan kemampuan enzim dalam melepaskan fosfor dalam substrat. Jika dibandingkan antara jagung dengan dedak yang sama- sama merupakan pakan sumber energi dalam pakan unggas. Pada dedak lama reaksi optimum yang dibutuhkan enzim fitase untuk menghidrolisis asam fitat dalam membebaskan fosfor adalah 6 jam. Hal ini disebabkan tingginya kandungan asam fitat pada dedak sehingga kemampuan fitase untuk memutus ikatan asam fitat dan fosfat terbebaskan makin tinggi jika waktu yang diberikan makin lama.

D. Kandungan Asam Fitat dalam Jagung.

Dalam penelitian ini kemampuan fitase dalam menghidrolisis asam fitat pada jagung yang didapatkan 4, 98% (tabel 1) namun dalam penelitian lain didapatkan berbeda yaitu: tepung canola 6, 3%, dedak 11%, gandum 11, 5%, barley 15, 2%, jagung 28, 2% dan tepung kedelai 37, 5% (Leske and Coon, 1999). Perbedaan ini disebabkan oleh berbedanya fitase yang dipakai berdasarkan aktivitas enzimnya (U/ml) dan sumber penghasil yang dipakai dalam masing-masing penelitian.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa konsentrasi fitase 30 unit, substrat dan lama reaksi optimum diperoleh 0,1% dan 2 jam, dimana terjadi penurunan kandungan asam fitat sebesar akibat perlakuan fitase pada substrat jagung 4, 98%.

B. SARAN

Perlu dilakukan penelitian lanjutan baik secara *in vitro* maupun *in vivo* menggunakan unggas.



DAFTAR PUSTAKA

- Cosgrove, D.J. 1980. Inositol phosphates: Their chemistry, biochemistry, and physiology. Elsevier Scientific Publishing Company. New York.
- Davies, N.T and H.Reid 1974. An evaluation of the phytate, zinc, copper, iron and manganese content of and zinc availability from soya based textured vegetable protein meat substitutes or meat extenders. Brit Y. Nutr 41:5 579- 589.
- Driver, J.P., Antencio, A., Edwards, H.M., Pesti, G.M., 2006. Improvements in nitrogen-corrected apparent metabolisable energy of peanut meal in response to phytase supplementation. Poul. Sci. 85, 96-99.
- Farrell, D.J., Martin, E., du Preez, J.J., Bongarts, M., Betts, M., Sudaman, A., Thomson, E., 1993. The beneficial effects of a microbial phytase in diets of broiler chickens and ducklings. J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. 69, 278-283.
- Irving, G.C.J. and D.J. Cosgrove. 1970. Inositol phosphate phosphatases of microbiological origin. Some properties of a partially purified bacterial (*Pseudomonas* sp.) phytase. Aust. J. Biol. Sci. 24:547-557.
- Kocher, A., Choct, M., Ross, G., Chung, T.K., 2003. Effects of phytase on apparent metabolisable energy in broiler diets based on wheat or sorghum. Proc. Aust. Poul. Sci. Symp. 15, 112.
- Lehninger, Albert L, Dasar- *Dasar Biokimia jilid 1,terjemahan Maggy Thenawijaya*, Jakarta: Erlangga, 1990.
- Leske, K.L., Coon, C.N., 1999. A bioassay to determine the effect of phytase on phytate phosphorus hydrolysis and total phosphorus retention of feed ingredients as determined with broilers and laying hens. Poul. Sci. 78, 1151-1157.
- Marlida, Y. 2001. Isolation and Purification of Raw Starch Degrading Enzyme from *Acremonium* endophytic Fungus and Its Application for Glucosa Production. Dissertation of Doctoral at University Putra Malaysia. Malaysia.
- Marlida, Y. 2003. Penampilan Produksi Ternak Domba Menggunakan Pakan Berserat Tinggi yang Difermentasi dan Disuplementasi dengan Enzim Selulase yang Dihasilkan oleh Kapang Endofitik. Laporan HB. X/II. Padang.

- Marlida, Y. dkk, 2008. Isolasi dan Karakterisasi Enzim Phytase Mikroflora Endofitik Tanaman Kedelai (*Glycine max L.*). Artikel Penelitian. Padang.
- Marlida, Y. dkk, 2009. Produksi dan Karakterisasi Enzim Phytase dari Mikroba Endotipik dan Aplikasinya untuk Meningkatkan Kualitas Pakan Unggas. Artikel Penelitian. Padang.
- Mitchell, D. B., K. Vogel, B. J. Weimann, L. Pasamontes, and A. P. G. M. van Loon. 1997. The phytase subfamily of histidine acid phosphatases: isolation of genes for two novel phytases from the fungi *Aspergillus terreus* and *Myceliophthora thermophila*. *Microbiology* 143:245–252.
- Namkung, H., Leeson, S., 1999. Effect of phytase enzyme on dietary nitrogen corrected apparent metabolisable energy and the ileal digestibility of nitrogen and amino acids. *Poult. Sci.* 78, 1317–1319.
- National Research Council, 1993. Nutrient Requirements of Poultry. 9th rev. ed. National Academy Press, Washington, DC.
- Pallauf, J. and Rimbach, G. (1996) Nutritional significance of phytic acid and phytase. *Arch. Anim. Nutr.* 50, 301-319.
- Quan, C, L. Zhang, Y. Wang and Y. Ohta. 2004. Production of Phytase in Low Phosphate Medium by a Novel Yeast *Candida crusei*. *Journal of Bioscience and Bioengineering.* 9 (2): 154-160
- Ravindran, V., Kornegay, E.T., Denbow, D.M., Yi, Z., Hulet, R.M., 1995b. Response of turkey poult to tiered levels of Natuphos® phytase added to soyabean meal-based semi-purified diets containing three levels of nonphytate phosphorus. *Poult. Sci.* 74, 1843–1854.
- Sadikin, Muhammad, Biokimia Enzim, Jakarta: Widya Medika, 2002.
- Simell, M., Turunen, M., J. Piironen, and T. Vaara. 1989. Feed and Food Applications of Phytase. Lecture At 3rd Meet. Industrial Applications Of Enzymes, Barcelona, Spain.
- Scott, J. J. 1991. Alkaline Phytase Activity in Nonionic Detergent Extracts of Legume Seeds. *Plant Physiol.* 95, 1298-1301.
- Scott et al., 1999 T.A. Scott, R. Kampen and F.G. Silversides, The effect of phosphorus, phytase enzyme, and calcium on the performance of layers fed corn-based diets, *Poult. Sci.* 78 (1999), pp. 1742–1749. View Record in Scopus | Cited By in Scopus

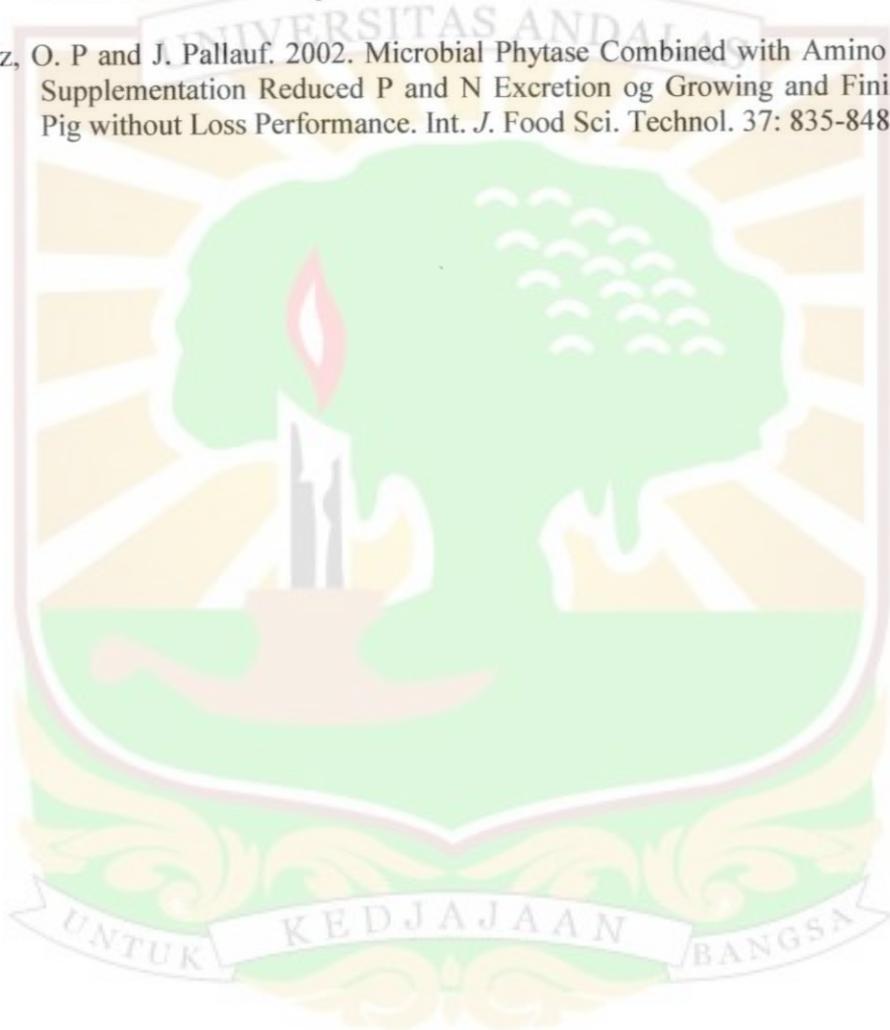
Scott, T.A., Kampen, R., Silversides, F.G., 2001. The effect of adding exogenous phytase to nutrient-reduced corn and wheat-based diets on performance and egg quality of two strains of laying hens. *Can. J. Anim. Sci.* 81, 393–401.

Shirley, R.B., Edwards, H.M., 2003. Graded levels of phytase past industry standards improves broiler performance. *Poult. Sci.* 82, 671–680.

Selle P.H., and V. Ravindran, 2006. Microbial phytase in poultry nutrition, *Anim. Feed Sci. Technol.* 13 (2007), pp. 1–41

Soares, A, C and A. Hughes. 2000. Phytase and Acid Phosphatase Activities in Plants Feedstuffs. *J. Agric. Food. Chem.* 48: 4009-4013

Walz, O. P and J. Pallauf. 2002. Microbial Phytase Combined with Amino Acid Supplementation Reduced P and N Excretion of Growing and Finishing Pig without Loss Performance. *Int. J. Food Sci. Technol.* 37: 835-848



LAMPIRAN

Lampiran 1. Phospat yang Dibebaskan pada Berbagai Konsentrasi Enzim

| Ulangan | Perlakuan (unit) | | | | Total |
|---------|--------------------|---------|---------|---------|---------|
| | 0 | 10 | 20 | 30 | |
| 1 | 0,0921 | 0,3854 | 0,7834 | 1,0222 | |
| 2 | 0,0574 | 0,3854 | 0,7834 | 1,0222 | |
| 3 | 0,0377 | 0,3602 | 0,7834 | 1,0892 | |
| 4 | 0,0921 | 0,3854 | 0,7834 | 1,0892 | |
| 5 | 0,0754 | 0,3854 | 0,8127 | 1,2609 | |
| Total | 0,3727 | 1,9018 | 3,9463 | 5,4837 | 11,7924 |
| Rataan | 0,07454 | 0,38036 | 0,78926 | 1,09674 | 0,58692 |

$$\begin{aligned} \mu &= \frac{y \dots}{r \times p} \\ &= \frac{11,7924}{20} \\ &= 0,58692 \end{aligned}$$

Analisis Keragaman untuk Konsentrasi Enzim

| Sumber keragaman | DB | JK | KT | F hitung | F table | |
|------------------|----|--------|--------|------------|---------|------|
| | | | | | 0,05 | 0,01 |
| Perlakuan | 3 | 2,9269 | 0,9756 | 400,7369** | 3,24 | 5,29 |
| Sisa | 16 | 0,0389 | 0,0024 | | | |
| Total | 19 | 2,9659 | | | | |

Keterangan : ** = berbeda sangat nyata

$$\text{DB Perlakuan} = 4 - 1$$

$$= 3$$

$$\text{DB Total} = 20 - 1$$

$$= 19$$

$$\text{DB Sisa} = 19 - 3$$

$$= 16$$

$$\text{FK} = \frac{(y \dots)^2}{r \times p}$$

$$= \frac{(11,7924)^2}{20}$$

$$= 6,953034888$$

$$\begin{aligned}
 \text{JK Perlakuan} &= \frac{(y_{1.....})^2}{r} + \dots + \frac{(y_{4.....})^2}{r} - FK \\
 &= \frac{(0,3787)^2}{5} + \frac{(1,9018)^2}{5} + \frac{(3,9463)^2}{5} + \frac{(5,4837)^2}{5} - 6,953034888 \\
 &= 2,926964694
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{JK Total} &= y_{1.1}^2 + \dots + y_{4.5}^2 - FK \\
 &= 0,0921^2 + 0,0754^2 + 0,0377^2 + 0,0921^2 + 0,0754^2 + 0,3854^2 + \\
 &0,3854^2 + 0,3602^2 + 0,3854^2 + 0,3854^2 + 0,7834^2 + 0,7834^2 + \\
 &0,7834^2 + 0,7834^2 + 0,8127^2 + 1,0222^2 + 1,0222^2 + 1,0892^2 + \\
 &1,0892^2 + 1,2609^2 - 6,953034888 \\
 &= 2,965919122
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{JK Sisa} &= \text{JK Sisa} - \text{JK Perlakuan} \\
 &= 2,965919122 - 2,926964694 \\
 &= 0,038954428
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{KT Perlakuan} &= \frac{\text{JK Perlakuan}}{\text{DB Perlakuan}} \\
 &= \frac{2,926964694}{3} \\
 &= 0,975654898
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{KT Sisa} &= \frac{\text{JK Sisa}}{\text{DB Sisa}} \\
 &= \frac{0,038954428}{16} \\
 &= 0,00243465175
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{F Hitung} &= \frac{\text{KT Perlakuan}}{\text{KT Sisa}} \\
 &= \frac{0,975654898}{0,00243465175} \\
 &= 400,7369424
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{SE} &= \sqrt{\frac{\text{KTS}}{r}} \\
 &= \sqrt{\frac{0,00243465175}{5}} \\
 &= 0,02206649836
 \end{aligned}$$

Uji Lanjut (Duncan's Multiple Range Test)

$$LSR = SSR \times SE$$

SSR dan LSR untuk Konsentrasi Enzim

| P | 0,5 | | 0,1 | |
|---|------|--------|------|--------|
| | SSR | LSR | SSR | LSR |
| 2 | 3,00 | 0,0661 | 4,13 | 0,0911 |
| 3 | 3,15 | 0,0695 | 4,34 | 0,0957 |
| 4 | 3,23 | 0,0712 | 4,45 | 0,0981 |

$$\begin{aligned} LSR_2 (0,5) &= 3,00 \times SE \\ &= 3,00 \times 0,02206649836 \\ &= 0,06619949508 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} LSR_3 (0,5) &= 3,15 \times SE \\ &= 3,15 \times 0,0220669836 \\ &= 0,06950946983 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} LSR_4 (0,5) &= 3,23 \times SE \\ &= 3,23 \times 0,0220669836 \\ &= 0,0712747897 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} LSR_2 (0,1) &= 4,13 \times SE \\ &= 4,13 \times 0,0220669836 \\ &= 0,09113463823 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} LSR_3 (0,1) &= 4,34 \times SE \\ &= 4,34 \times 0,0220669836 \\ &= 0,09576860288 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} LSR_4 (0,1) &= 4,45 \times SE \\ &= 4,45 \times 0,0220669836 \\ &= 0,0981959177 \end{aligned}$$

| D | C | B | A |
|---------|-------------------------------|---------|---------|
| 1,09674 | 0,78926 | 0,38036 | 0,07454 |
| D vs C | = 1,09674 - 0,78926 = 0,30748 | | |
| D vs B | = 1,09674 - 0,38036 = 0,71578 | | |
| D vs A | = 1,09674 - 0,07454 = 1,0222 | | |

$$C \text{ vs } B = 0,80684 - 0,38036 = 0,42588$$

$$C \text{ vs } A = 0,80684 - 0,07454 = 0,7323$$

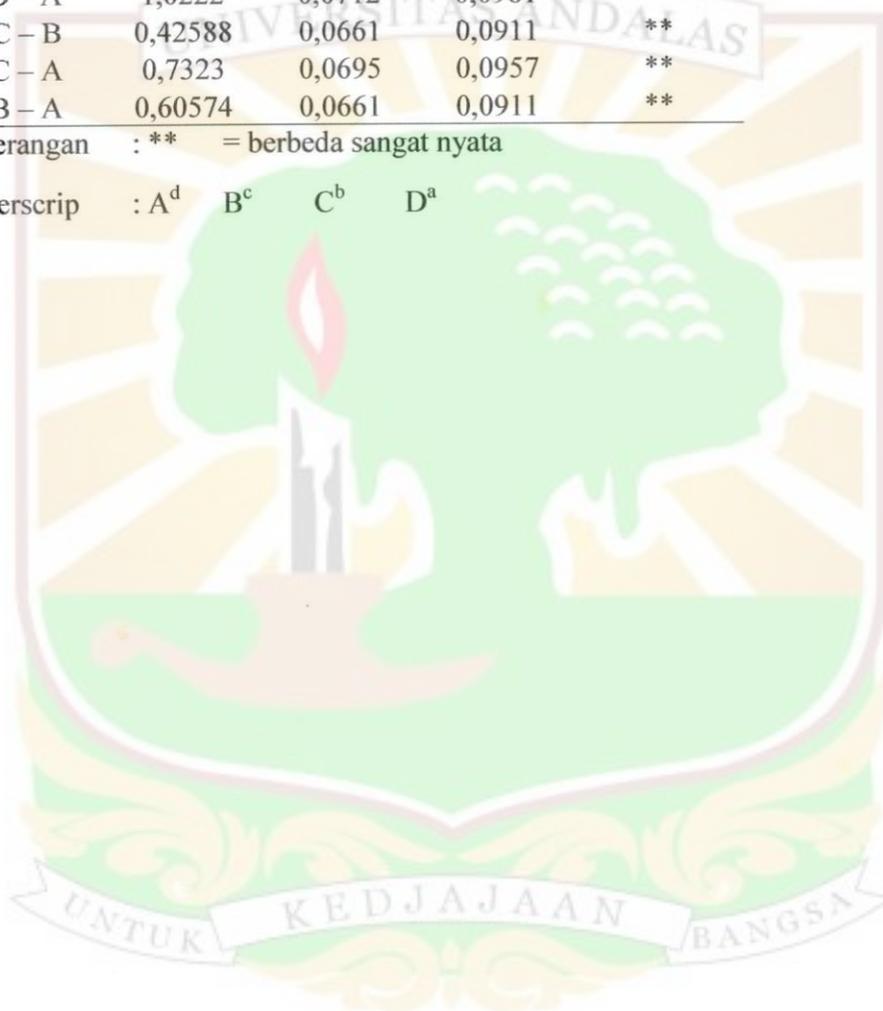
$$B \text{ vs } A = 0,68028 - 0,07454 = 0,60574$$

Perbandingan LSR untuk Konsentrasi Enzim

| Perlakuan | Selisih | LSR | | Keterangan |
|-----------|---------|--------|--------|------------|
| | | 0,05 | 0,01 | |
| D - C | 0,30748 | 0,0661 | 0,0911 | ** |
| D - B | 0,71578 | 0,0695 | 0,0957 | ** |
| D - A | 1,0222 | 0,0712 | 0,0981 | ** |
| C - B | 0,42588 | 0,0661 | 0,0911 | ** |
| C - A | 0,7323 | 0,0695 | 0,0957 | ** |
| B - A | 0,60574 | 0,0661 | 0,0911 | ** |

Keterangan : ** = berbeda sangat nyata

Superscrip : A^d B^c C^b D^a



Lampiran 2. Phospat yang Dibebaskan pada Berbagai Konsentrasi Substrat

| Ulangan | Perlakuan (%) | | | | Total |
|---------|-----------------|--------|---------|---------|----------|
| | 0,05 | 0,10 | 0,15 | 0,20 | |
| 1 | 1,0222 | 1,3741 | 1,3154 | 1,2232 | |
| 2 | 1,0222 | 1,4118 | 1,3741 | 1,2609 | |
| 3 | 1,0892 | 1,3741 | 1,2987 | 1,2609 | |
| 4 | 1,0892 | 1,4118 | 1,2232 | 1,2609 | |
| 5 | 1,2609 | 1,4537 | 1,1897 | 1,2777 | |
| Total | 5,4837 | 7,0255 | 6,4011 | 6,2836 | 25,1939 |
| Rataan | 1,09674 | 1,4051 | 1,28122 | 1,25672 | 1,259695 |

$$\begin{aligned} \mu &= \frac{Y \dots\dots}{r \times p} \\ &= \frac{25,1939}{20} \\ &= 1,259695 \end{aligned}$$

Analisis Keragaman untuk Konsentrasi Substrat

| Sumber keragaman | DB | JK | KT | F hitung | F table | |
|------------------|----|--------|--------|-----------|---------|------|
| | | | | | 0,05 | 0,01 |
| Perlakuan | 3 | 0,2406 | 0,0802 | 19,4446** | 3,24 | 5,29 |
| Sisa | 16 | 0,0660 | 0,0041 | | | |
| Total | 19 | 0,3066 | | | | |

Keterangan : ** = berbeda sangat nyata

$$\begin{aligned} \text{DB Perlakuan} &= 4 - 1 \\ &= 3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{DB Total} &= 20 - 1 \\ &= 19 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{DB Sisa} &= 19 - 3 \\ &= 16 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{FK} &= \frac{(Y \dots\dots)^2}{r \times p} \\ &= \frac{(25,1939)^2}{20} \\ &= 31,73662986 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{JK Perlakuan} &= \frac{(y_{1\dots\dots})^2}{r} + \dots\dots\dots + \frac{(y_{4\dots\dots})^2}{r} - FK \\
 &= \frac{(5,4837)^2}{5} + \frac{(7,0255)^2}{5} + \frac{(6,4011)^2}{5} + \frac{(6,2836)^2}{5} - 31,73662986 \\
 &= 0,240635362
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{JK Total} &= y_{1,1}^2 + \dots\dots\dots + y_{4,5}^2 - FK \\
 &= 1,0222^2 + 1,0222^2 + 1,0892^2 + 1,0892^2 + 1,2609^2 + 1,3741^2 + \\
 &1,4118^2 + 1,3741^2 + 1,4118^2 + 1,4537^2 + 1,3154^2 + 1,3741^2 + \\
 &1,2987^2 + 1,2232^2 + 1,1897^2 + 1,2232^2 + 1,2609^2 + 1,2609^2 + \\
 &1,2609^2 + 1,2777^2 - 31,73662986 \\
 &= 0,30663765
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{JK Sisa} &= \text{JK Total} - \text{JK Perlakuan} \\
 &= 0,30663765 - 0,240635362 \\
 &= 0,066002288
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{KT Perlakuan} &= \frac{\text{JK Perlakuan}}{\text{DB Perlakuan}} \\
 &= \frac{0,240635362}{3} \\
 &= 0,08021178733
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{KT Sisa} &= \frac{\text{JK Sisa}}{\text{DB Sisa}} \\
 &= \frac{0,066002288}{16} \\
 &= 0,004125143
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{F Hitung} &= \frac{\text{KT Perlakuan}}{\text{KT Sisa}} \\
 &= \frac{0,08021178733}{0,004125143} \\
 &= 19,4446077
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{SE} &= \sqrt{\frac{\text{KTS}}{r}} \\
 &= \sqrt{\frac{0,004125143}{5}} \\
 &= 0,02872331109
 \end{aligned}$$

Uji Lanjut (Duncan's Multiple Range Test)

$$\text{LSR} = \text{SSR} \times \text{SE}$$

Tabel SSR dan LSR untuk Konsentrasi Substrat

| P | 0,5 | | 0,1 | |
|---|------|--------|------|--------|
| | SSR | LSR | SSR | LSR |
| 2 | 3,00 | 0,0861 | 4,13 | 0,1186 |
| 3 | 3,15 | 0,0904 | 4,34 | 0,1246 |
| 4 | 3,23 | 0,0927 | 4,45 | 0,1278 |

$$\begin{aligned} \text{LSR}_2 (0,5) &= 3,00 \times \text{SE} \\ &= 3,00 \times 0,02872331109 \\ &= 0,08616993327 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{LSR}_3 (0,5) &= 3,15 \times \text{SE} \\ &= 3,15 \times 0,02872331109 \\ &= 0,09047842993 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{LSR}_4 (0,5) &= 3,23 \times \text{SE} \\ &= 3,23 \times 0,02872331109 \\ &= 0,09277629482 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{LSR}_2 (0,1) &= 4,13 \times \text{SE} \\ &= 4,13 \times 0,02872331109 \\ &= 0,1186272748 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{LSR}_3 (0,1) &= 4,34 \times \text{SE} \\ &= 4,34 \times 0,02872331109 \\ &= 0,1246591701 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{LSR}_4 (0,1) &= 4,45 \times \text{SE} \\ &= 4,45 \times 0,02872331109 \\ &= 0,1278187344 \end{aligned}$$

| | B | C | D | A |
|--------|--------|--------------------|---------|-----------|
| | 1,4051 | 1,28022 | 1,25672 | 1,09674 |
| B vs C | | = 1,4051 - 1,28022 | | = 0,12488 |
| B vs D | | = 1,4051 - 1,25672 | | = 0,14838 |
| B vs A | | = 1,4051 - 1,09674 | | = 0,30836 |

$$C \text{ vs } D = 1,28022 - 1,25672 = 0,0235$$

$$C \text{ vs } A = 1,28022 - 1,09674 = 0,18348$$

$$D \text{ vs } A = 1,25672 - 1,09674 = 0,15998$$

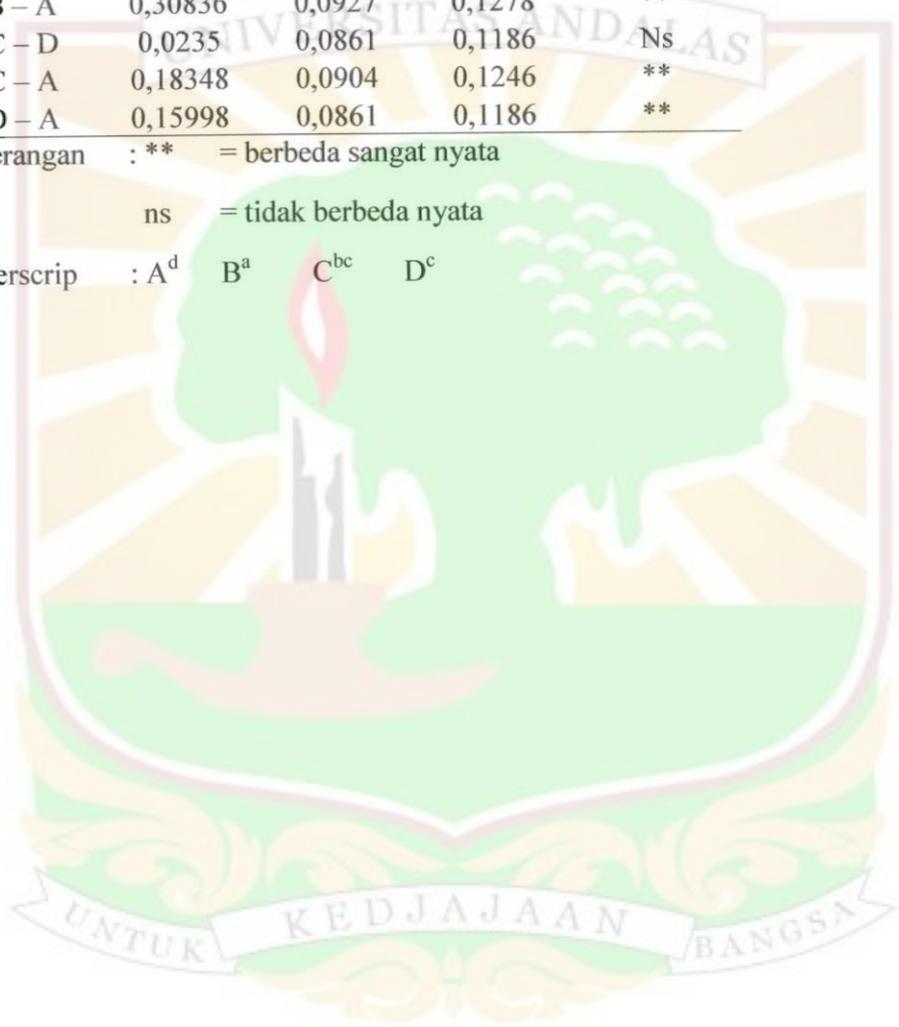
Perbandingan LSR untuk Konsentrasi Substrat

| Perlakuan | Selisih | LSR | | Keterangan |
|-----------|---------|--------|--------|------------|
| | | 0,05 | 0,01 | |
| B - C | 0,12488 | 0,0861 | 0,1186 | ** |
| B - D | 0,14838 | 0,0904 | 0,1246 | ** |
| B - A | 0,30836 | 0,0927 | 0,1278 | ** |
| C - D | 0,0235 | 0,0861 | 0,1186 | Ns |
| C - A | 0,18348 | 0,0904 | 0,1246 | ** |
| D - A | 0,15998 | 0,0861 | 0,1186 | ** |

Keterangan : ** = berbeda sangat nyata

ns = tidak berbeda nyata

Superscrip : A^d B^a C^{bc} D^c



Lampiran 3. Phospat yang Dibebaskan pada Berbagai Lama Reaksi

| Ulangan | Perlakuan (Jam) | | | | Total |
|---------|-------------------|---------|---------|---------|----------|
| | 1 | 2 | 4 | 6 | |
| 1 | 1,3741 | 1,5793 | 1,4118 | 1,4956 | |
| 2 | 1,4118 | 1,5584 | 1,3364 | 1,4537 | |
| 3 | 1,3741 | 1,5734 | 1,4118 | 1,3364 | |
| 4 | 1,4118 | 1,5734 | 1,4956 | 1,4746 | |
| 5 | 1,4537 | 1,5793 | 1,5793 | 1,4956 | |
| Total | 7,0255 | 7,7918 | 7,2349 | 7,2559 | 29,3081 |
| Rataan | 1,4051 | 1,55836 | 1,44698 | 1,45118 | 1,465405 |

$$\mu = \frac{Y \dots}{r \times p}$$

$$= \frac{29,3081}{20}$$

$$= 1,465405$$

Analisis Keragaman untuk Lama Reaksi

| Sumber keragaman | DB | JK | KT | F hitung | F table | |
|------------------|----|--------|--------|----------|---------|------|
| | | | | | 0,05 | 0,01 |
| Perlakuan | 3 | 0,0641 | 0,0213 | 5,8640** | 3,24 | 5,29 |
| Sisa | 16 | 0,0583 | 0,0036 | | | |
| Total | 19 | 0,1224 | | | | |

Keterangan : ** = berbeda sangat nyata

$$\text{DB Perlakuan} = 4 - 1$$

$$= 3$$

$$\text{DB Total} = 20 - 1$$

$$= 19$$

$$\text{DB Sisa} = 19 - 3$$

$$= 16$$

$$\text{FK} = \frac{(y \dots)^2}{r \times p}$$

$$= \frac{(29,3072)^2}{20}$$

$$= 42,94823628$$

$$\begin{aligned}
 \text{JK Perlakuan} &= \frac{(y_{1\dots\dots})^2}{r} + \dots\dots\dots + \frac{(y_{4\dots\dots})^2}{r} - FK \\
 &= \frac{(7,0225)^2}{5} + \frac{(7,7918)^2}{5} + \frac{(7,2341)^2}{5} + \frac{(7,2559)^2}{5} - 42,94823628 \\
 &= 0,064140516
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{JK Total} &= y_{1.1}^2 + \dots\dots\dots + y_{4.5}^2 - FK \\
 &= 1,3741^2 + 1,4118^2 + 1,3741^2 + 1,4118^2 + 1,4537^2 + 1,5793^2 + \\
 &1,5584^2 + 1,5374^2 + 1,5374^2 + 1,5793^2 + 1,4118^2 + 1,3364^2 + \\
 &1,4118^2 + 1,4956^2 + 1,5793^2 + 1,4956^2 + 1,4537^2 + 1,3364^2 + \\
 &1,4746^2 + 1,4956^2 - 42,94823628 \\
 &= 0,12247639
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{JK Sisa} &= \text{JK Total} - \text{JK Perlakuan} \\
 &= 0,12247639 - 0,0641400516 \\
 &= 0,058335874
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{KT Perlakuan} &= \frac{\text{JK perlakuan}}{\text{DB perlakuan}} \\
 &= \frac{0,064140516}{3} \\
 &= 0,021380172
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{KT Sisa} &= \frac{\text{JK Sisa}}{\text{DB Sisa}} \\
 &= \frac{0,058335874}{16} \\
 &= 0,003645992125
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{F Hitung} &= \frac{\text{KT perlakuan}}{\text{KT sisa}} \\
 &= \frac{0,021380172}{0,003645992125} \\
 &= 5,864020345
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{SE} &= \sqrt{\frac{\text{KT Sisa}}{r}} \\
 &= \sqrt{\frac{0,003645992125}{5}} \\
 &= 0,02700367429
 \end{aligned}$$

Uji Lanjut (Duncan's Multiple Range Test)

$$LSR = SSR \times SE$$

SSR dan LSR untuk Lama Reaksi

| P | 0,5 | | 0,1 | |
|---|------|--------|------|--------|
| | SSR | LSR | SSR | LSR |
| 2 | 3,00 | 0,0810 | 4,13 | 0,1115 |
| 3 | 3,15 | 0,0850 | 4,34 | 0,1171 |
| 4 | 3,23 | 0,0872 | 4,45 | 0,1201 |

$$\begin{aligned} LSR_2 (0,5) &= 3,00 \times SE \\ &= 3,00 \times 0,02700367429 \\ &= 0,08101102287 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} LSR_3 (0,5) &= 3,15 \times SE \\ &= 3,15 \times 0,02700367429 \\ &= 0,08506157401 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} LSR_4 (0,5) &= 3,23 \times SE \\ &= 3,23 \times 0,02700367429 \\ &= 0,08722186796 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} LSR_2 (0,1) &= 4,13 \times SE \\ &= 4,13 \times 0,02700367429 \\ &= 0,115251748 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} LSR_3 (0,1) &= 4,34 \times SE \\ &= 4,34 \times 0,02700367429 \\ &= 0,1171959464 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} LSR_4 (0,1) &= 4,45 \times SE \\ &= 4,45 \times 0,02700367429 \\ &= 0,1201663506 \end{aligned}$$

| B | D | C | A |
|---------|---------|---------|--------|
| 1,55836 | 1,45118 | 1,44682 | 1,4051 |

$$B \text{ vs } D = 1,55836 - 1,45118 = 0,10718$$

$$B \text{ vs } C = 1,55836 - 1,44682 = 0,11154$$

$$B \text{ vs } A = 1,55836 - 1,4051 = 0,15326$$

$$D \text{ vs } C = 1,45118 - 1,44682 = 0,00436$$

$$D \text{ vs } A = 1,45118 - 1,4051 = 0,04608$$

$$C \text{ vs } A = 1,44682 - 1,4051 = 0,04172$$

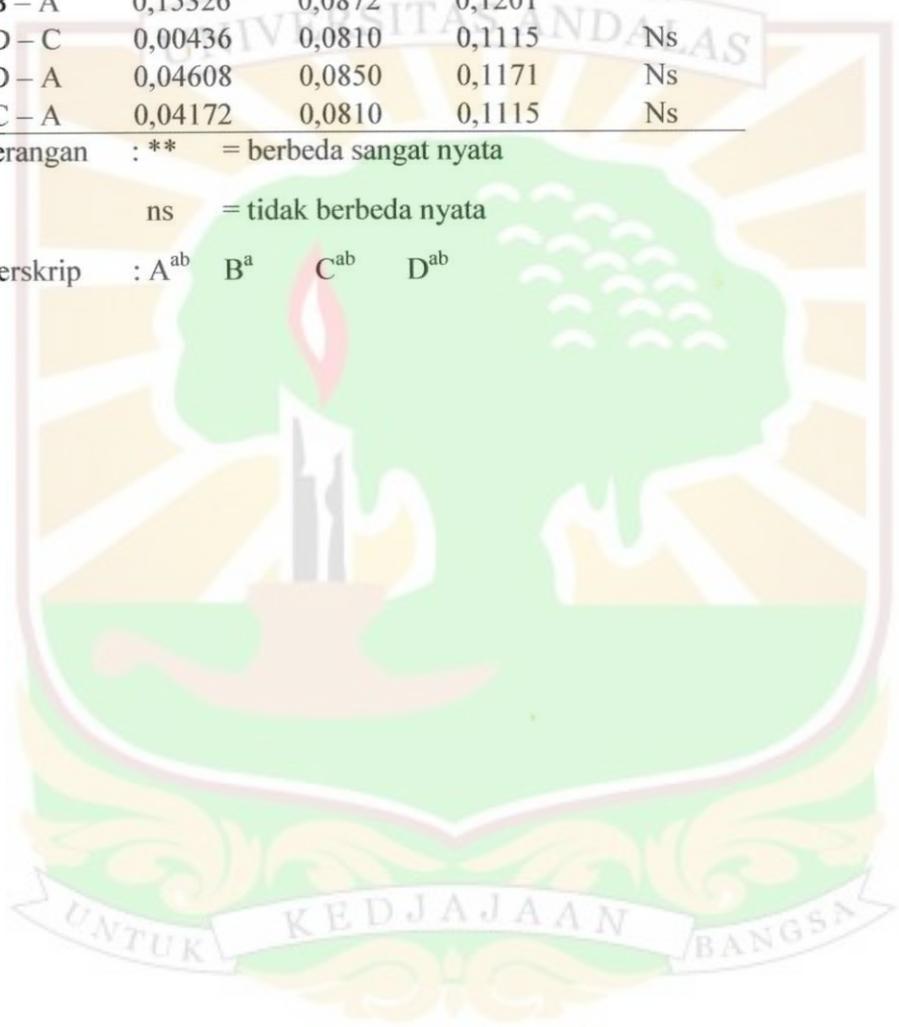
Perbandingan LSR untuk Lama Reaksi

| Perlakuan | Selisih | LSR | | Keterangan |
|-----------|---------|--------|--------|------------|
| | | 0,05 | 0,01 | |
| B - D | 0,10718 | 0,0810 | 0,1115 | ** |
| B - C | 0,11154 | 0,0850 | 0,1171 | ** |
| B - A | 0,15326 | 0,0872 | 0,1201 | ** |
| D - C | 0,00436 | 0,0810 | 0,1115 | Ns |
| D - A | 0,04608 | 0,0850 | 0,1171 | Ns |
| C - A | 0,04172 | 0,0810 | 0,1115 | Ns |

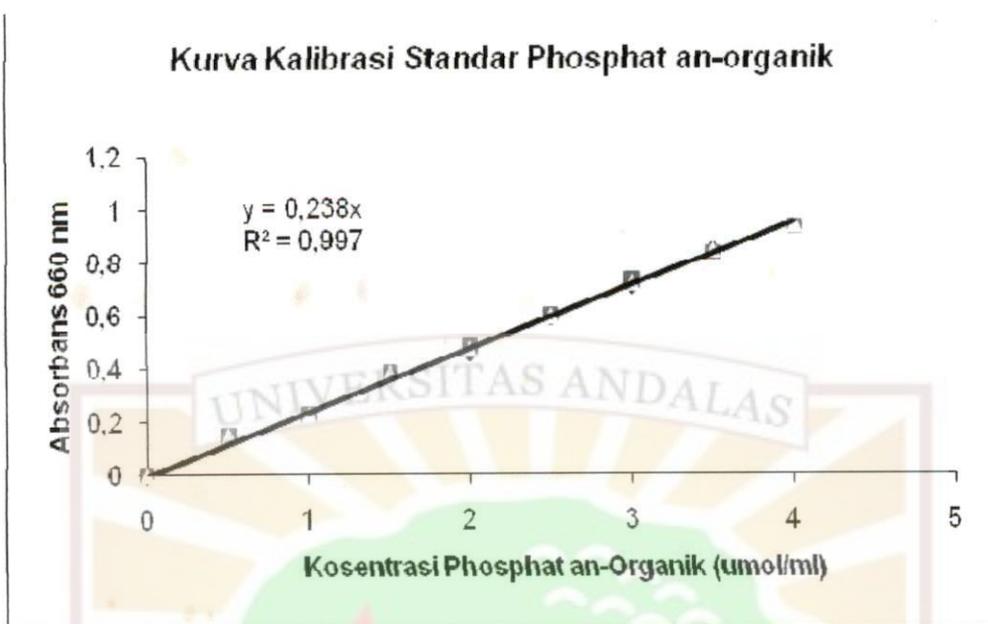
Keterangan : ** = berbeda sangat nyata

ns = tidak berbeda nyata

Superskrip : A^{ab} B^a C^{ab} D^{ab}



Lampiran 4: Kurva Standar Phospat Anorganik





DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL

LABORATORIUM NUTRISI NON RUMINANSIA

JURUSAN NUTRISI DAN MAKANAN TERNAK

Alamat : Kampus Unand Limau Manis, Padang-25163

Telp/Fax : (0751) 71464-72400 email : faterna@unand.ac.id

Kepada Yth

Sdr.Syasminda Oktorima

07 162 011

Di Padang

Analisa Sampel No.Reg :14 /ALS-NNR/005

absorban untuk substrat jagung

| No | Absorban | | | | | | | | | | | |
|----|-------------------|---------|---------|---------|----------------------|--------|--------|--------|-------------|-------|-------|-------|
| | Konsentrasi Enzim | | | | Konsentrasi Substrat | | | | Lama Reaksi | | | |
| | 0 unit | 10 unit | 20 unit | 30 unit | 0,05 % | 0,10 % | 0,15 % | 0,20 % | 1 jam | 2 jam | 4 jam | 6 jam |
| 1 | 0,022 | 1,174 | 0,187 | 0,244 | 0,244 | 0,328 | 0,314 | 0,292 | 0,328 | 0,377 | 0,337 | 0,357 |
| 2 | 0,018 | 0,161 | 0,208 | 0,244 | 0,244 | 0,337 | 0,328 | 0,301 | 0,337 | 0,372 | 0,319 | 0,347 |
| 3 | 0,009 | 0,161 | 0,187 | 0,260 | 0,260 | 0,328 | 0,310 | 0,301 | 0,328 | 0,367 | 0,337 | 0,319 |
| 4 | 0,022 | 0,155 | 0,187 | 0,260 | 260 | 0,337 | 0,292 | 0,301 | 0,337 | 0,367 | 0,357 | 0,352 |
| 5 | 0,018 | 0,161 | 0,194 | 0,301 | 0,301 | 0,347 | 0,284 | 0,305 | 0,347 | 0,377 | 0,377 | 0,357 |

Padang , 28 Juli 2011

Kepala Lab.Nutrisi Non Ruminansia

LABORATORIUM
NON RUMINANSIA
FAK. PETERNAKAN
UNAND

Prof.Dr.Ir.Hj.Wizna, MS

NIP : 195707141986030202



DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
LABORATORIUM NUTRISI NON RUMINANSIA
JURUSAN NUTRISI DAN MAKANAN TERNAK

Alamat : Kampus Unand Limau Manis, Padang-25163

Telp/Fax : (0751) 71464-72400 email : faterna@unand.ac.id

Kepada Yth

Sdr.Syasminda Oktorima

07 162 011

Di Padang

Analisa Sampel No.Reg : 4/ALS-NNR/005

PO₄⁻ untuk substrat jagung

| No | PO ₄ ⁻ | | | | | | | | | | | |
|----|------------------------------|---------|---------|---------|----------------------|--------|--------|--------|-------------|--------|--------|--------|
| | Konsentrasi Enzim | | | | Konsentrasi Substrat | | | | Lama Reaksi | | | |
| | 0 unit | 10 unit | 20 unit | 30 unit | 0,05 % | 0,10 % | 0,15 % | 0,20 % | 1 jam | 2 jam | 4 jam | 6 jam |
| 1 | 0,0921 | 0,3854 | 0,7834 | 1,0222 | 1,0222 | 1,3741 | 1,3154 | 1,2232 | 1,3741 | 1,5793 | 1,4118 | 1,4956 |
| 2 | 0,0574 | 0,3854 | 0,7834 | 1,0222 | 1,0222 | 1,4118 | 1,3741 | 1,2609 | 1,4118 | 1,5584 | 1,3364 | 1,4537 |
| 3 | 0,0377 | 0,3602 | 0,7834 | 1,0892 | 1,0892 | 1,3741 | 1,2987 | 1,2609 | 1,3741 | 1,5734 | 1,4118 | 1,3364 |
| 4 | 0,0921 | 0,3854 | 0,7834 | 1,0892 | 1,0892 | 1,4118 | 1,2232 | 1,2609 | 1,4118 | 1,5734 | 1,4956 | 1,4746 |
| 5 | 0,0754 | 0,3854 | 0,8127 | 1,2609 | 1,2609 | 1,4537 | 1,1897 | 1,2777 | 1,4537 | 1,5793 | 1,5793 | 1,4956 |

Padang, 28 Juli 2011

Kepala Lab.Nutrisi Non Ruminansia

LABORATORIUM
NON RUMINANSIA
FAK. PETERNAKAN
UN

Prof Dr. Ir. Hj. Wizna, MS

NIP : 195707141986030202

RIWAYAT HIDUP



Syasminda Oktorima lahir di Kota Bukittinggi pada tanggal 21 Oktober 1988, merupakan anak kedua dari tiga bersaudara pasangan Ali Imran dan Asni yang sama-sama berprofesi sebagai Pegawai Negeri Sipil di Lubuk Basung, Kabupaten Agam. Sejarah pendidikan formal yang dilalui yaitu di TK Negeri Pembina, Bukittinggi (1993- 1995), SD Jam`iyyatul Hujjaj, Bukittinggi (1995- 2001), SMP Negeri 1, Lubuk Basung (2001- 2004), SMA Negeri 2, Lubuk Basung (2004- 2007), Fakultas Peternakan, Universitas Andalas, Padang (2007- 2011).

Penulis terdaftar di Universitas Andalas pada Agustus 2007 dengan jalur PMDK mendapatkan pengalaman berkesan yaitu pada saat mengikuti Kuliah Kerja Nyata di Jorong Karatau, Nagari Limau Lunggo, Kecamatan Lembang Jaya, Kabupaten Solok (12 Juli- 31 Agustus 2010), Test Proposal Awal (14 Oktober 2010), Penelitian (26 November 2010- 26 Februari 2011), Farm Experience pada semester ganjil (2010- 2011), Seminar Hasil (12 May 2011) dan Sidang Sarjana (14 Juli 2011).