

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Nila BEST

Ikan nila merupakan ikan ekonomis penting di dunia karena cara budidaya yang mudah, rasa daging yang digemari, harga relatif terjangkau, dan memiliki toleransi yang luas terhadap lingkungan. Upaya peningkatan produksi ikan nila terus dilakukan dengan berbagai cara, yaitu dengan mendatangkan beberapa strain unggul baru dari luar, perbaikan teknologi perbenihan dan budidaya, serta perbaikan genetik. Teknik perbaikan genetik ikan nila yang dilakukan oleh Balai Riset Perikanan Budi Daya Air Tawar Bogor melalui program seleksi famili menghasilkan ikan nila BEST (*Bogor Enhanced Strain Tilapia*).

Dalam ilmu taksonomi, klasifikasi ikan nila (Cholik *et al.*, 2005) adalah sebagai berikut:

Filum	: Chordata
Kelas	: Osteichthyes
Sub-kelas	: Acanthopterygii
Ordo	: Percomorpha
Sub-ordo	: Percoidea
Famili	: Cichlidae
Genus	: <i>Oreochromis</i>
Spesies	: <i>Oreochromis niloticus</i> .



Gambar 1. Ikan Nila BEST (*Oreochromis niloticus*)

Secara morfologi nila BEST mempunyai bentuk tubuh memanjang dan ramping atau pipih dengan rasio perbandingan 3 : 1 antara panjang total dengan tinggi badan. Tubuh ditutupi sisik berukuran besar dan kasar dengan gurat sisi terputus di bagian tengah badan kemudian berlanjut dengan letak lebih rendah. Ikan ini memiliki lebar dan panjang batang ekor dengan ukuran yang sama (Gambar 1). Jari-jari keras sirip punggung dan jari-jari lemah berhubungan. Sirip punggung memiliki 16–18 jari-jari keras dan 11–15 jari-jari lemah. Pada sirip dubur terdapat 3 jari-jari keras dan 9–11 jari-jari lemah. Jumlah tulang belakang ikan ini berkisar antara 30–32 (Sucipto, 2007).

Nila BEST merupakan salah satu jenis nila hasil pemuliaan dari generasi ke-6 nila GIFT. Adapun keunggulan Nila BEST dibandingkan Nila yang lain adalah :

1. Mampu menghasilkan telur dan benih yang lebih banyak

Fekunditas 1.500-2.800 butir per ekor dengan berat induk antara 280-400 gram. Ukuran telurnya relatif lebih besar dan seragam dibanding ikan nila

yang ada di masyarakat. Bisa memproduksi anakan 3-5 kali lebih banyak dibanding varietas lainnya.

2. Ukuran larvanya lebih besar

Selama 40 hari, larva nila BEST mampu tumbuh sebesar 87,5 kali dibanding bibit awal. Sedangkan nila lain hanya mampu tumbuh sebesar 17 kali dibandingkan bobot awal.

3. Rata-rata pertumbuhan badannya lebih tinggi

Pertumbuhan nila BEST pada KJA berdasarkan hasil penelitian memiliki nilai rata-rata yang lebih tinggi dibandingkan dengan nila merah (Red NIFI).

4. Tahan dan tumbuh baik pada media bersalinitas.

Pada salinitas 15 ppt, Nila BEST menurut hasil penelitian mempunyai tingkat kelangsungan hidup dua kali lipat lebih tinggi dibandingkan dengan Nila Hitam yang berasal dari Kuningan dan Nila Lokal Merah dan Hitam yang berasal dari Bogor.

5. Tahan terhadap serangan penyakit

Kelangsungan hidup Nila BEST berdasarkan hasil penelitian adalah sebesar 57,5% dan nila lain (dari pembudidaya) sebesar 37,5 %. Pada uji tantang terhadap ketahanan penyakit *streptococcus* data tersebut memperlihatkan bahwa kelangsungan hidup nila BEST lebih besar 140% dibanding nila jenis lain.

Sucipto (2007), memaparkan bahwa komoditas nila memiliki sifat biologi seperti;

a) memiliki resistensi yang relatif tinggi terhadap kualitas air dan penyakit, b) memiliki toleransi yang luas terhadap kondisi lingkungan, c) memiliki

kemampuan yang efisien dalam membentuk protein kualitas tinggi dari bahan organik, limbah domestik dan pertanian, d) memiliki kemampuan tumbuh yang baik, dan e) mudah tumbuh dalam sistem budidaya intensif.

## **B. Enzim Rumen**

Perut hewan ruminansia terdiri atas rumen, retikulum, omasum, dan abomasum (Diamahesa, 2010). Cairan rumen yang diperoleh dari rumah potong hewan kaya akan kandungan enzim pendegradasi serat dan vitamin. Cairan rumen mengandung enzim  $\alpha$ -amilase, galaktosidase, hemiselulase, selulase, dan xilanase (Williams dan Withers, 1992). Rumen diakui sebagai sumber enzim pendegradasi polisakarida. Polisakarida dihidrolisis dalam rumen disebabkan karena pengaruh sinergis dan interaksi dari kompleks mikroorganisme, terutama selulase dan xilanase (Trinci *et al.*, 1994). Isi rumen yang merupakan limbah rumah potong hewan apabila tidak ditangani dengan baik dapat mencemari lingkungan. Isi rumen berpotensi sebagai *feed additive*.

Mikroba dalam rumen mensekresikan enzim-enzim pencernaan kedalam cairan rumen untuk membantu mendegradasi partikel makanan. Enzim-enzim tersebut antara lain enzim yang mendegradasi substrat selulosa, yaitu selulase, hemiselulosa/xylosa adalah hemiselulase/xylanase, pati adalah amylase, pectin adalah pektinase, lipid/lemak adalah lipase, protein adalah protease dan lain-lain (Kamra, 2005). Beberapa enzim dalam cairan rumen dan aktivitas enzimnya (Menurut Lee *et al.* 2002), disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi enzim cairan rumen domba

Enzim	Enzim hanya dalam cairan rumen domba	Enzim dalam semua isi rumen domba
Total enzim (IU)		
Selulase		
CMCase	362,7±12,80 (IU/ml enzim/menit)	1183,7±20,39 (IU/ml enzim/menit)
Hemiselulase		
Xylanase	528,6±29,03 (IU/ml enzim/menit)	1751±26,53 (IU/ml enzim/menit)
Amilase	439,0±16,53 (IU/ml enzim/menit)	637,9±14,80 (IU/ml enzim/menit)
Protease	84,40±2,52 (IU/ml enzim/menit)	125,6±3,83 (IU/ml enzim/menit)
Aktivitas spesifik (IU/mg protein)		
Selulase		
CMCase	206,7±9,03 (IU/mg enzim/menit)	720,2±19,43 (IU/mg enzim/menit)
Hemiselulase		
Xylanase	300,2±11,34 (IU/mg enzim/menit)	1068,6±53,48 (IU/mg enzim/menit)
Amilase	250,90±14,82 (IU/mg enzim/menit)	390,2±25,68 (IU/mg enzim/menit)
Protease	48,30±1,85 (IU/mg enzim/menit)	76,7±4,70 (IU/mg enzim/menit)

Sumber : Diamhesa, 2010

### C. Fermentasi

**Fermentasi** dapat terjadi karena adanya **aktivitas mikroba** penyebab *fermentasi* pada substrat organik yang sesuai. Terjadinya *fermentasi* dapat menyebabkan perubahan sifat bahan pangan sebagai akibat pemecahan komponen-komponen bahan tersebut. Jika cara pengawetan yang lain ditujukan untuk mengurangi jumlah mikroba, maka proses fermentasi adalah sebaliknya yaitu memperbanyak jumlah mikroba dan menggiatkan metabolismenya. Tetapi jenis mikroba yang

digunakan sangat terbatas yaitu disesuaikan dengan hasil akhir yang dikehendaki (Winarno dan Fariaz, 1980).

Fermentasi merupakan suatu reaksi oksidasi reduksi dalam sistem biologi yang menghasilkan energi, dimana aseptor elektron dan donor elektron berupa senyawa organik dan dapat terjadi karena adanya aktifitas mikrobia penyebab fermentasi pada substrat organik yang sesuai (Winarno dan Fariaz, 1980). Menurut Lidya dan Djenar (2000) pengertian fermentasi dalam bioproses adalah terjadinya proses enzimatik pada substrat disebabkan karena adanya mikrobia didalam bahan tersebut.

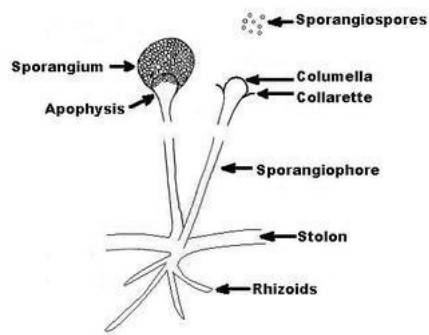
Prinsip dasar fermentasi adalah mengaktifkan kegiatan mikrobia tertentu untuk tujuan mengubah sifat bahan agar dihasilkan sesuatu yang bermanfaat (Widayati dan Widalestari, 1996). Faktor utama yang mempengaruhi proses fermentasi meliputi suhu,  $O_2$ , pH, air dan substrat (Suwaryono dan Ismaini, 1988). Basuki dan Wiryasasmita (1987) menyatakan bahwa tujuan dari proses fermentasi adalah memecah ikatan kompleks lignoselulosa dan menghasilkan kandungan selulosa untuk dipecah oleh enzim selulase yang dihasilkan mikrobia. Proses fermentasi dapat menyebabkan perubahan sifat pada bahan pangan sebagai akibat pemecahan kandungan bahan pakan tersebut (Winarno dan Fariaz, 1980).

Fermentasi merupakan suatu proses yang terjadi melalui kerja mikroorganisme atau enzim untuk mengubah bahan-bahan organik kompleks seperti protein, karbohidrat dan lemak menjadi molekul-molekul yang lebih sederhana. Pada prinsipnya fermentasi dapat mengaktifkan pertumbuhan dan metabolisme

mikroorganisme yang dibutuhkan sehingga dapat membentuk produk yang berbeda dengan bahan bakunya (Winarno dan Fardiaz, 1980). Hasil fermentasi diantaranya akan mempunyai nilai gizi yang tinggi, yaitu mengubah bahan makanan yang mengandung protein, karbohidrat dan lemak yang sulit dicerna menjadi mudah dicerna dan menghasilkan aroma serta rasa yang has (Poesponegoro, 1975). Ditambahkan oleh Buckle *et al.* (1987) bahwa protein, lemak dan polisakarida dapat dihidrolisis sehingga bahan pangan yang telah difermentasi mempunyai daya cerna yang lebih tinggi.

### ***1. Rhizopus oligosporus***

Salah satu kapang yang biasa dimanfaatkan untuk meningkatkan nilai gizi bahan pangan terutama kandungan proteinnya adalah *Rhizopus oligosporus*. Winarno dan Fariaz (1980) mengatakan bahwa *R. oligosporus* mampu mensintesis enzim protease yang paling banyak dan amilase dalam jumlah yang sedikit, enzim ini bekerja dalam pemecahan protein dan amilum dari substrat. Kemudian ditambahkan oleh Gandjar (1977) bahwa, enzim protease yang dihasilkan kapang *R. oligosporus* akan merombak rantai polimer yang panjang dari protein menjadi asam-asam amino sehingga akan menyebabkan terjadinya peningkatan kadar nitrogen asam amino dan asam total.



Gambar 2. *Rhizopus oligosporus*  
(Sumber: [www.fermentasi/Rhizopus.htm](http://www.fermentasi/Rhizopus.htm))

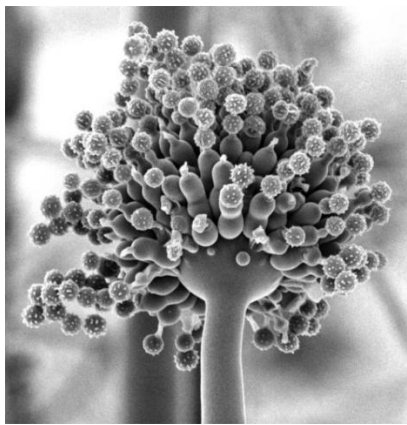
*R. oligosporus* dapat tumbuh [optimum](#) pada suhu 30-35 °C, dengan suhu minimum 12 °C, dan suhu maksimum 42 °C. *R. oligosporus* mempunyai koloni abu-abu kecoklatan dengan tinggi 1 mm atau lebih. [Sporangiofor](#) tunggal atau dalam kelompok dengan dinding halus atau agak sedikit kasar, dengan panjang lebih dari 1000 mikro meter dan diameter 10-18 mikro meter. [Sporangia globosa](#) yang pada saat masak berwarna hitam kecoklatan, dengan diameter 100-180 mikro meter. [Klamidospora](#) banyak, tunggal atau rangkaian pendek, tidak berwarna, dengan berisi [granula](#), terbentuk pada [hifa](#), [sporangiofor](#) dan [sporangia](#). Bentuk [klamidospora globosa](#), elip atau silindris dengan ukuran 7-30 mikro meter atau 12-45 mikro meter x 7-35 mikro meter.

## 2. *Aspergillus niger*

*Aspergillus niger* merupakan salah satu spesies yang paling umum dan mudah diidentifikasi dari genus *Aspergillus*, famili *Moniliaceae*, ordo *Monoliales* dan kelas *Fungi imperfecti*. *A. niger* dapat tumbuh dengan cepat, sehingga digunakan secara komersial dalam produksi asam sitrat, asam glukonat dan pembuatan beberapa enzim seperti : amilase, pektinase, amiloglukosidase dan selulase. *A. niger*



dapat tumbuh pada suhu 35-37°C (optimum), 6-8°C (minimum), 45-47°C (maksimum) dan memerlukan oksigen yang cukup (aerobik). *A. niger* memiliki bulu dasar berwarna putih atau kuning dengan lapisan konidiospora tebal berwarna coklat gelap sampai hitam. Kepala konidia berwarna hitam, bulat, cenderung memisah menjadi bagian-bagian yang lebih longgar dengan bertambahnya umur. Konidiospora memiliki dinding yang halus, hialin tetapi juga berwarna coklat (Zubaidah, 2007).

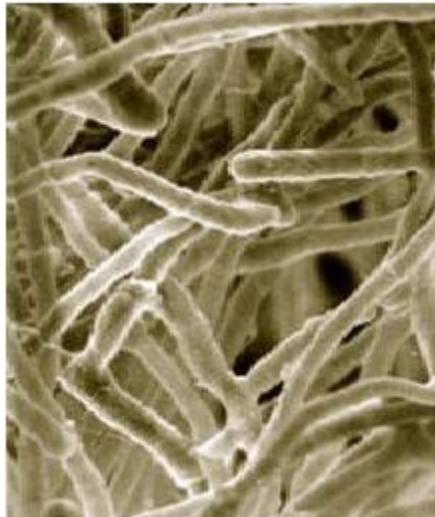


Gambar 3. *Aspergillus niger*  
(Sumber: media komunikasi permi cabang malang)

*A. niger* memerlukan mineral  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ,  $\text{MgSO}_4$ , urea,  $\text{CaCl}_2 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{FeSO}_4$ ,  $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$  untuk menghasilkan enzim selulase. Sedangkan untuk enzim amilase khususnya amilglukosa diperlukan  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ,  $\text{KH}_2\text{PO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Zn SO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ . Bahan organik dengan kandungan nitrogen tinggi dapat dikomposisi lebih cepat dari pada bahan organik yang rendah kandungan nitrogennya pada tahap awal dekomposisi. Tahap selanjutnya bahan organik yang rendah kandungan nitrogennya dapat dikomposisi lebih cepat daripada bahan organik dengan kandungan nitrogen tinggi. Penurunan bahan organik sebagai sumber karbon dan nitrogen disebabkan oleh *A. niger* sebagai sumber energinya untuk bahan penunjang pertumbuhan atau *Growth factor* (Zubaidah, 2007).

### 3. *Trichoderma reesei*

*Trichoderma reesei* adalah jamur mesofilik yang termasuk dalam jenis jamur berbentuk filamen. *T. reesei* memiliki kemampuan mensekresikan sejumlah besar enzim selulolitik, seperti selulase dan hemiselulase. Komponen utama dari sistem selulase *T. reesei* adalah kedua jenis enzim selobiohidrolasenya, yaitu CBHI dan CBHII, yang berjumlah total 80% dari total protein selulase yang dihasilkan (Lynd, *et al.* 2002).

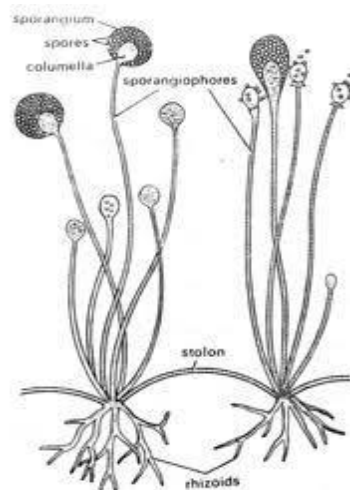


Gambar 4. *Trichoderma reesei*  
(Sumber : Malice.Mrc, 2009)

Aplikasi selulase sangat terpakai di dunia industri, dimana enzim ini dapat mengkonversi materi biomassa suatu tumbuhan seperti selulosa menjadi bioproduk yang berguna seperti gula (glukosa) dan bioethanol. Bersama *Aspergillus sp.* dan *Penicillium janthinelum*, *Trichoderma reesei* diteliti sebagai sumber potensial bagi enzim  $\beta$ -glukosidase (Rapp, *et al.* 1981).

#### 4. *Rhizopus oryzae*

Klasifikasi lengkap dari kapang *Rhizopus oryzae* adalah : Kingdom Fungi, Filum Zygomycota, Kelas Zygomycetes, Ordo Mucorales, Famili Mucoraceae, Genus *Rhizopus*, Spesies *Oryzae* (Hidayat, 2006). Karakteristik fisik yang dimilikinya antara lain tubuhnya multi seluler, panjang rizoid dan sporangiofor, berhabitat di darat sebagai saprofit dengan hifa tidak bersekat, garis tengah sporangia, dan bentuk sporangiospora menunjukkan perbedaan yang jelas dengan jenis *Rhizopus* yang lain (Moore, 1972). Koloni *Rhizopus* dapat tumbuh dengan cepat pada cawan petri dalam waktu 4 hari dengan temperatur inkubasi 30-37°C. Proses reproduksi *Rhizopus sp.* Dalam bentuk zygospora diawali dengan dua gametangia melebur kemudian akan berkembang menjadi zygot, selanjutnya dindingnya akan menebal dan berubah menjadi zygospora (Moore, 1972).



Gambar 5. *Rhizopus oryzae*

(Sumber: [www.fermentasi/Rhizopus.htm](http://www.fermentasi/Rhizopus.htm))

Kapang *R. oryzae* merupakan jamur yang sering digunakan dalam pembuatan tempe (Soetrisno, 1996). Kapang *R. oryzae* aman dikonsumsi karena tidak menghasilkan toksin dan mampu menghasilkan asam laktat (Purwoko dan

Pamudyanti, 2004). Kapang *R. oryzae* mempunyai kemampuan mengurai lemak kompleks trigliserida dan asam amino (Septiani, 2004). Selain itu kapang *R. oryzae* mampu menghasilkan enzim protease (Margiono, 1992).

#### **D. Tingkat Kecernaan Pakan Ikan**

Pencernaan adalah proses penghancuran pakan menjadi molekul-molekul mikro melalui rangkaian proses fisik maupun kimiawi, sehingga bisa diserap melalui dinding usus ke dalam kapiler darah. Proses ini terjadi terus-menerus, diawali dengan pengambilan pakan dan berakhir dengan pembuangan sisa pakan (Zonneveld, *et al.*, 1991; NRC, 1983). Kecernaan adalah suatu parameter yang menunjukkan berapa dari makanan yang dikonsumsi dapat diserap oleh tubuh (Lovel, *et al.*, 1988), karena dalam suatu proses pencernaan selalu ada bagian makanan yang tidak dapat dicerna dan dikeluarkan dalam bentuk feses (Affandi, *et al.*, 1992). Ikan mempunyai kemampuan mencerna yang berbeda dengan hewan darat (Watanabe, 1988).

Hepher (1988) menyatakan bahwa pencernaan pakan dipengaruhi oleh tiga faktor yaitu: keberadaan enzim dalam saluran pencernaan ikan, tingkat aktivitas enzim-enzim pencernaan dan lamanya pakan yang dimakan bereaksi dengan enzim pencernaan. Setiap faktor tersebut akan dipengaruhi oleh faktor sekunder yang berhubungan dengan spesies ikan, umur, ukuran ikan, kondisi lingkungan dan komposisi, serta pakan yang dikonsumsi.

Kapasitas lambung dan laju pakan dalam saluran cerna merupakan variabel dari pencernaan. Ikan yang berbobot lebih kecil akan mengosongkan sejumlah pakan

(persentase bobot tubuh per jam) dari dalam lambungnya lebih cepat dibanding ikan yang berbobot lebih besar. Akan tetapi semakin besar ukuran ikan, pencernaan komponen serat semakin baik. Selain faktor ukuran ikan, nilai pencernaan dipengaruhi oleh komposisi pakan, jumlah konsumsi, status fisiologi, dan manajemen pemberian pakan.

Menurut Affandi *et al.* (2009) dalam proses pencernaan tidak semua komponen pakan yang dimakan dapat terserap, karena pada kenyataannya ada sebagian pakan yang tidak dapat tercerna. Bagian tersebut akan dikeluarkan dari dalam tubuh ikan berupa feses. Penentuan nilai pencernaan suatu bahan makanan adalah membandingkan kadar nutrisi atau energi pakan dengan energi feses yang dinyatakan dalam satuan persen.

Kemampuan cerna ikan terhadap suatu jenis makanan bergantung kepada faktor fisik dan kimia makanan, jenis makanan, umur ikan, sifat fisik dan kimia air serta jumlah enzim pencernaan pada sistem pencernaan gastrointestinal (NRC 1983). Secara umum daya cerna untuk protein berkisar 70-90%, untuk karbohidrat berkisar 5-15%, dan untuk tepung selulosa dan glukosa 1%. Daya cerna ikan terhadap karbohidrat sangat rendah, tergantung pada spesies ikannya (Zonneveld *et al.*, 1991). Pakan yang berasal dari bahan nabati biasanya lebih sedikit dicerna dibanding dengan bahan hewani. Hal tersebut dikarenakan bahan nabati memiliki serat kasar yang sulit dicerna dan mempunyai dinding sel kuat yang sulit dipecahkan (Hepher, 1988).

Untuk mengukur pencernaan terdapat dua metode yaitu metode koleksi feses dan metode indikator (Maynard, *et al.*, 1979). Sangat sulit memisahkan feses dari air dan sisa-sisa ransum. Oleh sebab itu, pendekatan yang paling tepat untuk mengatasi sulitnya pengukuran jumlah konsumsi dan pengumpulan feses adalah dengan metode indikator (Maynard, *et al.* 1979, Cho, *et al.*, 1985).

Indikator adalah bahan yang bersifat inert yang berarti dapat ditemukan kembali di dalam feses, dengan kriteria : (1) harus tidak dapat diabsorpsi, (2) harus tidak disamarkan oleh proses pencernaan, (3) harus secara fisik sama atau bergabung dengan bahan pakan yang akan diuji dan (4) metode pengambilan sampel digesta harus spesifik dan sensitif (Maynard, *et al.*, 1979).

Indikator yang mempunyai sifat tersebut adalah *Chromium Oxide* ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ). Jumlah kromium yang digunakan dalam penentuan pencernaan adalah 0,5 - 1,0%. Keuntungan dari penggunaan indikator ini adalah feses yang telah dikumpulkan dapat dianalisa kandungan nutriennya sehingga dapat diketahui koefisien daya cerna suatu nutrien dalam pakan tersebut (Takeuchi, 1988).