



**PROGRAM KREATIVITAS MAHASISWA**

**SISTEM AGRI-AKUAKULTUR TERPADU YANG BERKELANJUTAN  
DAN RAMAH LINGKUNGAN**

**BIDANG KEGIATAN :  
PKM GAGASAN TERTULIS**

**Diusulkan oleh :**

<b>Titi Nur Chayati</b>	<b>C14080025 (2008)</b>
<b>Ahmad Mupahir</b>	<b>C14070046 (2007)</b>
<b>Rico Wisnu Wibisono</b>	<b>C14070036 (2007)</b>

**INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR  
2010**

## LEMBAR PENGESAHAN

1. Judul Kegiatan : Sistem Agri-Akuakultur Terpadu yang Berkelanjutan dan Ramah Lingkungan
2. Bidang Kegiatan : ( )PKM AI ( X )PKM-GT
3. Bidang Ilmu : Pertanian
4. Ketua Pelaksana Kegiatan
  - a. Nama Lengkap : Titi Nur Chayati
  - b. NRP : C14080025
  - c. Departemen : Budidaya Perairan
  - d. Institut : Institut Pertanian Bogor

Bogor, 25 Maret 2010

Menyetujui,  
Ketua Departemen BDP

Ketua Pelaksana Kegiatan

Dr. Ir. Odang Carman, M. Sc  
NIP 1959 12221986 01100

Titi Nur Chayati  
C14080025

Wakil Rektor Bidang Akademik dan  
Kemahasiswaan

Dosen Pembimbing,

Prof. Dr. Ir. Yonny Koesomaryono, MS  
NIP. 1958 12281985 031003

Dr. Ir. Eddy Supriono, M.Sc  
NIP. 19630212 198903 1 003

## **KATA PENGANTAR**

Puji dan syukur kami panjatkan kepada Allah Allah Yang Maha Kuasa yang masih memberikan nikmat dan rahmatnya yang tidak ternilai, sehingga penulis menyelesaikan karya tulis yang berjudul “SISTEM AGRI-AKUAKULTUR TERPADU YANG BERKELANJUTAN DAN RAMAH LINGKUNGAN” untuk diajukan dalam Program Kreativitas Mahasiswa bidang Gagasan Tertulis.

Ungkapan terima kasih kami ucapkan kepada Bapak Dr. Ir. Eddy Supriono, M.Sc yang berkenan memberikan bimbingan selama proses penulisan karya tulis ini, ucapan terima kasih juga kami ucapkan kepada Ketua Departemen Budidaya Perairan yang telah memberikan kesempatan dan izin kepada kami untuk mendapatkan sumber pustaka dan data-data yang diperlukan dalam penyusunan karya tulis ini dari instansi yang dipimpin, dan ucapan terima kasih juga kami ucapkan kepada seluruh pihak yang tidak bisa kami sebutkan satu persatu, yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan karya tulis ini.

Mudah-mudahan sedikit gagasan yang kami tuangkan melalui karya tulis ini bisa bermanfaat untuk pembaca, dan khususnya para petani di negeri ini dalam penerapan sebuah sistem perikanan terpadu. Kami menyadari sepenuhnya bahwa karya tulis ini masih jauh dari sempurna, maka kami memohon saran serta masukan untuk perbaikan dimasa mendatang.

Bogor, 25 Maret 2010

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	iv
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	v
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	vi
<b>RINGKASAN</b> .....	1
<b>PENDAHULUAN</b> .....	2
Rumusan Masalah .....	2
Uraian Singkat.....	2
Tujuan dan Manfaat .....	3
<b>GAGASAN</b> .....	4
Sistem Budidaya Terpadu .....	4
Krisis Pangan dan Keterbatasan Lahan.....	5
Hubungan Akuakultur dengan krisis pangan dan keterbatasan lahan .....	6
Bioreaktor.....	7
Budidaya Alga.....	8
Akuakultur Berkelanjutan dan Ramah Lingkungan.....	8
Potensi Pengembangan Akuakultur Berkelanjutan dan Ramah Lingkungan dengan Pendekatan Budidaya Terpadu di Indonesia .....	9
Analisis kuantitatif dari sistem budidaya terpadu .....	10
Prospek Pengembangan Sistem Budidaya Terpadu.....	11
<b>KESIMPULAN</b> .....	12
Kesimpulan .....	12
Saran.....	12
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	12
<b>BIODATA PENULIS</b> .....	14
<b>LAMPIRAN</b> .....	15

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Jumlah dan Laju Pertumbuhan Penduduk Indonesia, Tahun 2000-2005 .....	5
Tabel 2. Produksi, Luas Panen,dan Produktivitas Lahan Padi di Indonesia Tahun 2001-2006.....	6
Tabel 3. Estimasi kebutuhan ikan pada tahun 2020 berdasarkan kebutuhan per kapita.. .....	6

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Prinsip Sistem Budidaya Terpadu (Modifikasi, Lucas dan Southgate, 2003) .....	4
Gambar 2. Bioreaktor modern ( William john. 2002).....	7
Gambar 3 Konsep Akuakultur Berkelanjutan (Lhio I.C, 2000 dalam Oliver, 2002.....	8
Gambar 4 Tata lantek penerapan sistem budidaya terpadu pada luasan 1H.....	11

## RINGKASAN

Perkembangan dunia yang telah berkembang memberikan dampak tersendiri misalnya populasi manusia yang meningkat mengakibatkan dampak yang buruk berupa krisis pangan, krisis energi dan perubahan iklim tetapi permasalahan global ini dapat diatasi dengan solusi yang nyata, pertanian dan perikanan terpadu merupakan salah satu solusi dari permasalahan global.

Akuakultur memiliki dilema besar dalam permasalahan global sebagai solusi atau permasalahan, permasalahan terjadi karena sistem dari akuakultur yang kurang ramah lingkungan sehingga merusak alam Tetapi akuakultur juga menjadi alternatif solusi dari permasalahan global seperti penyediaan makanan untuk mengatasi krisis pangan karena dengan meningkatnya jumlah penduduk dan keterbatasan lahan akan menyebabkan sumber pangan menjadi sangat sedikit. Oleh karena itu diperlukan pengembangan akuakultur yang ramah lingkungan menjadi alternatif dalam mengatasi permasalahan global.

Sistem pertanian dan perikanan terpadu memberikan jawaban atas permasalahan global dengan berwawasan lingkungan yang berkelanjutan. Konsep terintegrasi antara perikanan dan pertanian dengan berkoridor pada penggunaan air sebagai suatu barang yang ekonomis sehingga dibutuhkan suatu sistem yang hemat air. Sistem budidaya terpadu diawali dari budidaya perikanan yang memberikan limbah berupa bahan organik sebagai hasil dari metabolisme dan sisa pakan yang terakumulasi, limbah organik yang dihasilkan berfungsi sebagai nutrisi bagi tanaman untuk tumbuh dan berkembang sehingga tidak diperlukan pemberian pupuk buatan yang kurang ramah lingkungan, air yang berasal dari tanaman akan dialirkan kembali kepada sistem budidaya perikanan untuk dimanfaatkan. Sistem peternakan yang digunakan sebagai pakan berupa kotoran yang dialirkan kepada biodigester. Biodigester berfungsi untuk mereduksi limbah organik menjadi karbondioksida dan biomasa hasil dari biodigester tidak hanya dalam bentuk cair tetapi ada yang berupa padatan membentuk sendimen untuk digunakan sebagai kompos bagi pertanian. Limbah cair berupa biomasa dapat dimanfaatkan dengan cara dialirkan ke dalam kolam alga sehingga pada kolam alga akan merangsang produksi mikroalga dan makroalga. Mikroalga dan makroalga akan dialirkan ke dalam kolam ikan sebagai fitoplankton yang dapat dimanfaatkan sebagai produsen yang dapat merangsang pembentukan zooplankton yang digunakan sebagai pakan alami ikan sehingga akan didalam kolam ikan terjadi proses *trofic level* sehingga konsumsi pakan buatan dapat diminimalisir. Integrasi antara pertanian dan perikanan akan memberikan solusi untuk mengatasi permasalahan global. Krisis pangan dapat diatasi dengan sistem pertanian dan perikanan terpadu. Pengurangan dampak dari perubahan iklim dapat dikurangi pemakaian air yang lebih efisien dan pengurangan residu bahan kimia sehingga usaha yang dilakukan berkelanjutan dan lebih ramah lingkungan serta memberikan aspek ekonomi yang baik berupa peningkatan pendapatan masyarakat karena produk yang beranekaragam. Di masa depan, sistem budidaya terpadu akan memberikan keberlanjutan untuk pengembangan akuakultur di Indonesia, dengan menerapkan pada lahan kritis dan marginal .

Kesimpulan dari karya tulis ilmiah ini adalah sistem budidaya terpadu merupakan salah satu usaha dalam mengatasi krisis pangan dengan diversifikasi produk melalui sistem budidaya terpadu dan ramah lingkungan yang berbasis efisiensi dari sumber daya alam dengan memberikan dampak sosial ekonomi yang baik berupa peningkatan pendapatan.

## **PENDAHULUAN**

### **Rumusan Masalah**

Keterbatasan lahan, rendahnya pengetahuan petani dalam mengelola sumber daya alam yang selaras dan ramah lingkungan, serta lemahnya kontrol pemerintah merupakan suatu permasalahan pertanian dan perikanan yang berkelanjutan. Permasalahan tersebut menjadikan kehidupan para petani dalam suatu lingkaran kemiskinan sehingga menjadi beban pemerintah ke depannya. Hal lain yang akan diakibatkan dari permasalahan ini adalah rusaknya lingkungan untuk memenuhi kebutuhan hidup manusia. Oleh sebab itu, kami akan menyajikan suatu sistem yang akan menjadi solusi dari permasalahan-permasalahan tersebut dengan menggabungkan sistem agrikultur dan akuakultur terpadu

### **Uraian Singkat**

Perkembangan dunia yang semakin maju memberikan dampak yang sangat pesat menyebabkan perkembangan industri dan teknologi yang tidak terkendali serta memberikan dampak yang kurang baik terhadap lingkungan, diantaranya adalah polusi udara yang memberikan sebuah fenomena yang diberi nama efek rumah kaca. Hal ini menyebabkan suhu bumi meningkat yang berdampak kepada naiknya permukaan air laut dan kekeringan di beberapa wilayah dunia sehingga sumber air bersih sangat sulit didapatkan sehingga memberikan pengaruh yang cukup signifikan terhadap akuakultur karena sangat membutuhkan sumber air yang bersih atau baik untuk menjaga kelangsungan hidup biota yang dibudidayakan. Namun disisi lain akuakultur memberikan dampak yang justru menambah besar kepelikan efek rumah kaca diantaranya dampak negatif bagi lingkungan seperti tambak udang di Asia dan Amerika latin yang banyak membuka lahan terutama hutan mangrove. Hal ini menyebabkan terjadinya abrasi pada beberapa daerah seperti pada Indonesia dan Filipina terjadi konversi dari hutan mangrove menjadi tambak udang sebesar 300.000 dan 200.000 ha bahkan Filipina mengalami penurunan mangrove yang sangat besar sebesar 66%.

Mangrove memiliki fungsi yang sangat penting dalam ekosistem pesisir sebagai tempat hidup hewan air, pencegah abrasi pantai dan filter alami ekosistem perairan. Jika penebangan mangrove terjadi secara besar-besaran maka akan menyebabkan efek dari global warming semakin terasa mengkhawatirkan serta sisa hasil metabolit dan pakan pada tambak udang memberikan residu tersendiri bagi alam yang bersifat toksik dan mengendap pada dasar permukaan mangrove sehingga apabila terjadi pembalikan masa air (up welling ) akan memberikan dampak tersendiri baik bagi organisme kultur dan organisme liar disekitar lingkungan budidaya (Primavera, 1994 dalam Lucas dan Southgate. 2003).

Perkembangan dunia yang semakin maju tidak hanya berdampak pada lingkungan namun juga manusia karena jumlah penduduk yang semakin banyak maka menyebabkan kebutuhan akan pangan meningkat secara logaritmik. Pada abad 20 pertumbuhan dunia mengalami penambahan yang sangat pesat. Pada awal abad 20 jumlah penduduk dunia berkisar 1,55 milyar jiwa. Pada tahun 1950 menanjak menjadi 2,5 milyar jiwa pada pertengahan 1970-an mencapai hampir 4

milyar jiwa. Sedangkan pada awal abad 21 jumlah penduduk dunia diperhitungkan sudah melebihi 6 milyar jiwa (Brown 1986). Pertambahan penduduk memberikan salah satu permasalahan yang cukup kompleks yaitu pemukiman dan industri. Pemukiman dan industri memberikan efek yang buruk bagi ketahanan pangan nasional, berupa konversi dari lahan pertanian dan perikanan menjadi suatu lahan pemukiman dan industri sehingga timbulah suatu fenomena krisis pangan. Akuakultur merupakan salah satu solusinya mengutip dari pidato Menteri Perikanan dan Kelautan RI bahwa akuakultur atau sektor perikanan akan meningkat 300% pada tahun 2015 ( Anonim. 2010) oleh karena itu hal ini menjadi sebuah dilema bagi akuakultur sebagai suatu solusi dan permasalahan namun hal ini dapat diselesaikan melalui suatu pendekatan sistem budidaya perikanan dan tanaman yang lebih ramah lingkungan dimana dapat menerapkan berbagai subsistem menjadi sistem yang kompak dan berkelanjutan.

Akuakultur berkelanjutan adalah suatu usaha dalam membentuk sistem yang berorientasi pada produktivitas yang meningkat dengan memperhatikan lingkungan (Pillay,2004). Sistem budidaya terpadu merupakan suatu wujud terintegrasi antara sistem akuakultur dan agrikultur yang saling mendukung serta memberikan dampak positif bagi lingkungan. Sistem budidaya terpadu antara akuakultur dan pertanian merupakan salah satu solusi untuk meningkatkan produktifitas lahan dengan tetap memperhatikan lingkungan, sehingga akan terbentuk suatu sistem yang terintegrasi antara masing-masing subsistem yang berdampak kepada efisiensi dari suatu sistem serta memberikan efek ramah lingkungan bagi alam sehingga produk yang dihasilkan adalah produk bermutu dan sehat yang mudah diterima oleh masyarakat dan bernilai keuntungan yang tinggi, yang pada akhirnya bermuara kepada suatu sistem yang berkelanjutan.

### **Tujuan dan Manfaat Penulisan**

Tujuan penulisan karya tulis ini adalah untuk mengkaji penerapan sistem budidaya terpadu dalam masyarakat Indonesia guna membangun sistem budidaya baik perikanan dan pertanian yang berwawasan lingkungan.

Manfaat penulisan karya ilmiah ini antara lain adalah memberikan informasi dan menunjukan bahwa sistem agri-aquakultur terintegrasi dapat dimanfaatkan sebagai salah satu solusi untuk membangun sistem budidaya yang berwawasan lingkungan. Manfaat penulisan karya tulis ilmiah ini, secara khusus juga ditujukan kepada pemerintah, masyarakat, industri, pendidikan dan mahasiswa yang memiliki peran besar sebagai pemangku kepentingan, praktisi dan akademisi sehingga peran sentral mahasiswa sangat diperlukan.

- a. Bagi pemerintah, dapat menjadi salah satu pertimbangan dalam memanfaatkan lahan marjinal atau lahan yang belum dimanfaatkan sehingga akan membangun ekonomi lokal didaerah yang tertinggal, serta mengurangi dampak terjadinya pembuangan limbah dari akuakultur yang belum termanfaatkan.
- b. Bagi masyarakat, dapat memberikan informasi tentang potensi pemanfaatan sistem budidaya terpadu dalam menghasilkan produk yang lebih terdiversifikasi, sehingga meningkatkan pendapatan masyarakat

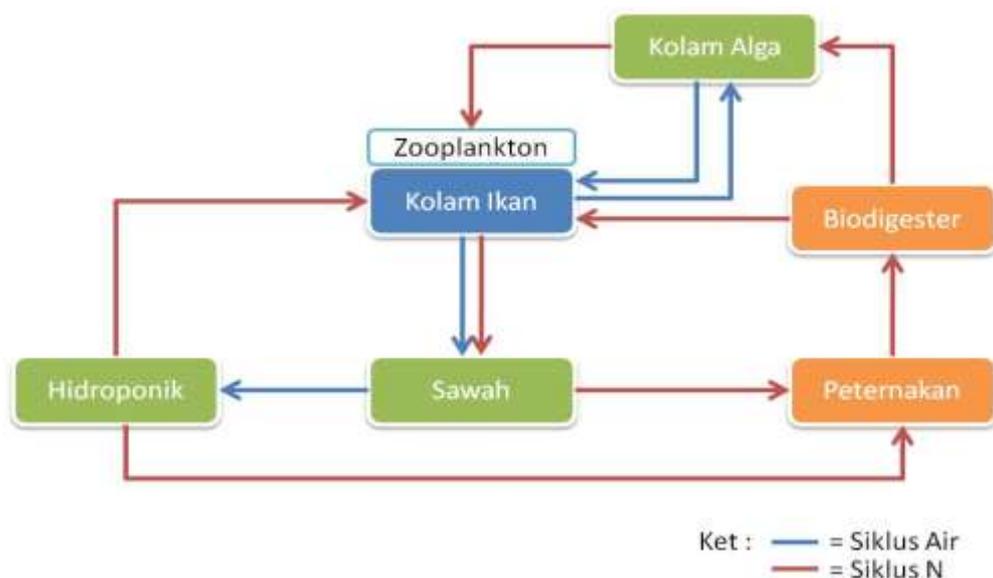
- c. Bagi industri, dapat memberikan informasi tentang pemanfaatan hasil dari sistem budidaya terpadu berupa sistem atau teknologi yang sifatnya lebih mudah ditrepakan dalam masyarakat.
- d. Bagi pendidikan, dapat menjadi sumber inspirai untuk melakukan penelitian dna pengembangan lebih lanjut yang dapat meningkatkan produktifitas sistem budidaya terpadu.
- e. Bagi mahasiswa, memberikan pengetahuan dna pengalaman dalam menerapkn ilmu dan teknologi yang telah dipelajari melalui proses identifikasi, analisis, dan pencarian solutif dari permasalahan yang ada di lingkungan.

## GAGASAN

### Sistem Budidaya Terpadu

Sistem budidaya terpadu merupakan suatu sistem modifikasi dari sistem agri-akuakultur terpadu yaitu sistem yang menggunakan air sebagai kebutuhan yang sangat penting dan bernilai ekonomis dengan memadukan antara pertanian dan perikanan untuk memperoleh keuntungan dengan tetap berwawasan lingkungan ( Lucas dan Southgate. 2003). Sistem budidaya terpadu merupakan upaya dalam menjawab permasalahan krisis pangan dan penggunaan lahan yang lebih efesien. Sistem budidaya terpadu merupakan suatu sistem yang berprinsip kepada penghematan air, pembuangan limbah yang sedikit ke alam atau ramah lingkungan , diversifikasi produk dan efesiensi penggunaan lahan.

Sistem budiaya terpadu terdiri dari beberapa subsistem diantaranya adalah perikanan dan pertanian, dengan skema sebagai berikut:



Gambar 1. Prinsip Sistem Budidaya Terpadu (Modifikasi, Lucas dan Southgate, 2003)

Budidaya ikan sebagai suatu sistem yang menghasilkan limbah berupa amoniak ( $\text{NH}_4$ ) dalam bentuk feses dan urin, amoniak merupakan suatu senyawa yang bersifat toksik oleh karena itu harus dikeluarkan melalui saluran pembuangan (*Outlet*). Air buangan yang dikeluarkan banyak mengandung nitrogen dalam bentuk senyawa amoniak lalu dialirkan kedalam lahan pertanian dan hortikultura, tumbuhan sangat memerlukan senyawa nitrogen untuk pertumbuhan dan perkembangan sehingga tidak diperlukan pemberian pupuk kimia yang kurang ramah lingkungan atau menimbulkan residu tersendiri pada tanaman dan kemudian airnya sebagian akan dialirkan kedalam suatu wadah bernama *biodigester* dan sisanya akan dimasukkan kembali kedalam kolam ikan. Sebelum sampai kedalam *biodigester* air akan dilewatkan kedalam peternakan untuk minum ternak dan pencucian kandang sehingga akan dihasilkan limbah berupa kotoran ternak yang akan ditampung dalam *biodigester*. *Biodigester* merupakan bagian dari sistem budidaya terpadu yang memiliki prinsip kerja yang sama dengan fermentasi, didalam *biodigester* banyak terdapat bakteri pengurai yang berfungsi untuk menguraikan limbah organik menjadi bahan yang dapat dimanfaatkan seperti biomasa dan kompos, biomasa merupakan hasil penguraian bakteri yang dalam bentuk cair namun bahan organik yang tidak mampu diuraikan akan membentuk sendimen serta dapat dimanfaatkan dalam bentuk kompos yang berguna bagi tanaman selain itu endapan yang telah terfermentasi akan membentuk endapan yang mengandung metana sehingga dapat dimanfaatkan sebagai bioenergi. Hasil *biodigester* dalam bentuk biomasa akan diberikan pada kolam mikroalga untuk merangsang pembentukan mikroalga dan makroalga yang berfungsi sebagai fitoplankton. Mikroalga dan makroalga yang dihasilkan pada kolam alga akan dialirkan kembali kepada kolam ikan sehingga akan terbentuk *tropic level* antara fitoplankton yang akan merangsang pertumbuhan zooplankton dan pakan alami lainnya yang menjadi makanan bagi ikan dan sistem ini berjalan secara terus menerus serta berkelanjutan.

### **Krisis Pangan dan Keterbatasan Lahan**

Kebutuhan beras nasional selama ini sebagian besar dipenuhi dari produksi nasional. Produksi beras nasional dan perkembangannya dapat dilihat pada Tabel 2. Berdasarkan tabel tersebut, produksi padi tahun 2001 hingga 2006 menunjukkan bahwa terjadi laju pertumbuhan produksi padi per tahun sebesar 1,11 persen. Namun berdasarkan Tabel 1. dapat diketahui bahwa angka laju pertumbuhan penduduk Indonesia sebesar 1,34 persen pada tahun 2005-2006, hal ini menunjukkan bahwa laju pertumbuhan produksi padi masih berada dibawah laju pertumbuhan penduduk. Apabila kondisi ini dibiarkan, akan muncul kekhawatiran terjadinya krisis pangan.

Tabel 1. Jumlah dan Laju Pertumbuhan Penduduk Indonesia, Tahun 2000-2005

Penduduk (ribu)			Laju Pertumbuhan Penduduk per Tahun (%)		
2000	2004	2005	1990-2000	2000-2004	2000-2005
205.132	216.382	219.205	1,45	1,34	1,34

Sumber : BPS 2006

Berdasarkan tabel 1 jumlah penduduk Indonesia semakin bertambah sedangkan konversi lahan dari pertanian kebidang industri dan pemukiman semakin meningkat sehingga terjadi kesenjangan antara kebutuhan pangan dengan produktivitas pertanian.

Tabel 2. Produksi, Luas Panen, dan Produktivitas Lahan Padi di Indonesia Tahun 2001-2006

	Tahun						Laju Pertumbuhan (%thn)
	2001	2002	2003	2004	2005	2006*	
Produksi (000 ton)	50,46	51,49	52,13	54,08	54,15	54,75	1,10
Luas panen (000 ha)	11,50	11,52	11,48	11,92	11,83	11,86	0,23
Produktivitas (ton/ha)	4,388	4,469	4,538	4,536	4,574	4,614	0,87

Keterangan: \* Angka Sementara

Sumber: BPS dan Direktorat Jenderal Bina Produksi Tanaman Pangan, 2006

### Hubungan Akuakultur dengan krisis pangan dan keterbatasan lahan

Akuakultur merupakan usaha untuk membudidayakan biota akuatik guna mendapatkan keuntungan (Effendi, 2005), akuakultur memiliki produktivitas yang berbeda dengan pertanian dan peternakan sebab produktivitasnya dilihat dengan menggunakan ukuran tiga dimensi yaitu berupa volume sehingga luasan yang sama akan memberikan hasil yang berbeda bila diberikan kedalaman yang berbeda. Akuakultur dapat memberikan salah satu solusi dari permasalahan krisis pangan dan yang akan datang kebutuhan atau tingkat konsumsi ikan akan meningkat seperti pada table 3 prediksi konsumsi ikan per kapita pada tahun 2020.

Tabel 3. Estimasi kebutuhan ikan pada tahun 2020 berdasarkan kebutuhan per kapita

Continent	Population (x 1000) <sup>a</sup>		Fish supply/demand			
	2005	2006	Increase (%)	Per Caput 2001 (Kg) <sup>b</sup>	Current (Ton) <sup>c</sup>	Demand 2020 (Ton) <sup>d</sup>
Africa	905.936	1.228.276	35.6	7.8	7.066.301	9.580.553
Asia (e.g.China)	2.589.571	3.129.852	20.9	14.1	36.512.951	44.130.913
Europe	728.389	714.959	-1.8	19.8	14.422.102	14.156.188
L. America and Caribbean	561.346	666.955	18.8	8.8	4.939.845	5.869.204
N. America	330.608	375.000	13.4	17.3	5.719.518	6.487.500
Oceania	33.056	38.909	17.7	23	760.288	894.907
China	1.315.844	1.423.939	8.2	25.6	33.685.606	36.452.838
World	6.464.750	7.577.889	17.2	16.3	105.375.425	123.519.591

Sumber : ( Davy dan De silve, 2010)

Berdasarkan tabel 3 dapat disimpulkan akan terjadi peningkatan jumlah penduduk yang sangat banyak sehingga kebutuhan yang diperlukan akan semakin banyak oleh karena itu sistem budidaya terpadu sangat mungkin dilaksanakan.

Produktifitas lahan yang semakin berkurang sehingga memberikan dampak tersendiri terhadap terjadinya kesenjangan antara kebutuhan dengan produktifitas produk pertanian dan perikanan.

## **Bioreaktor**

Bioreaktor adalah suatu teknologi yang memungkinkan terjadinya bioareaksi oleh bakteri dan mikroba lainnya dalam suatu wadah yang terkontrol sehingga dapat menumbuhkan bakteri sebagai agen pengurai untuk mengurai bahan organik menjadi karbondioksida dan biomasa. Pemeliharaan bioreaktor yang terpenting adalah melakukan perawatan sehingga mencegah terjadinya kontaminasi dari mikroorganisme yang menyebabkan terjadinya mutasi pada mikroorganisme. Bioreaktor dalam pelaksanaannya memerlukan aerasi untuk mengkultur bakteri dengan cara memberikan aliran oksigen secara terus menerus. pH dalam wadah sangat penting dalam penggunaan bioreaktor dapat diatasi dengan cara pemberian asam atau basa guna menjaga kestabilan dari siklus dan menjaga agar tidak masuknya atau pengontrolan media melalui pembentukan busa yang ada pada bioreactor. Prinsip kerja dari bioreaktor adalah

1. Sebagai proses yang menghasilkan suatu produk ayang berasal dari sel baik bagaian ekstraselular sel dan intraselular sel
2. Proses dengan memanfaatkan seluruh bagian tubuh sel atau biomasa dari sel
3. Proses dengan menggunakan system fermentasi dengan cara sehingga menunjukan sebuah proses biotransformasi. ( William John. 2002)



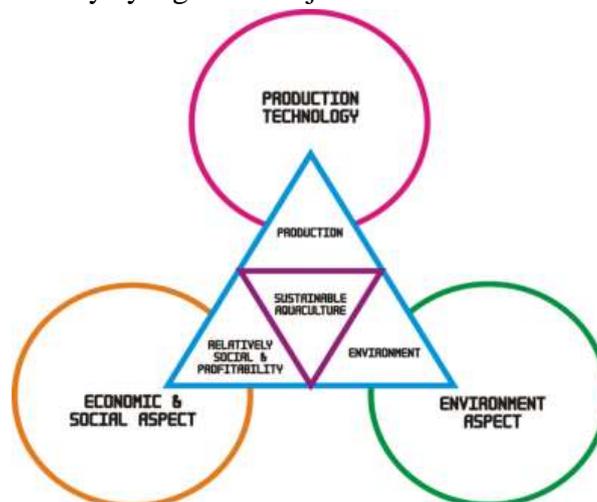
Gambar 2. Bioreaktor modern ( William john. 2002)

## Budidaya Alga

Alga atau mikroalga adalah organisme tumbuhan primitif yang berukuran seluler, yang biasa disebut fitoplankton . Mikroalga hidup diseluruh dunia dan organisme produsen yang dapat melakukan poses fotosintesis. Kultur alga yang digunakan limbah organik yang berasal dari kotoran ternak sebagai limbah , limbah ternak akan dimanfaatkan sebelumnya oleh bakteri sehingga didapatkan suatu biomasa yang dimanfaatkan oleh alga atau mikrro alga untuk tumbuh dan berkembang. Sebelum dilakukan proses kultur secara besar atau masal perlu dilakukan kultur murni yang dilakukan skala laboratorium kemudian setelah didapat kultur murni dan persiapan kolam masal telah tersedia nutrisinya maka akan diinokulasi jenis mikroalga dan makroalga yang akan dikultur dalam skala masal. Penjagaan lingkungan mikroalga dan makroalga sangat penting untuk dilakukan diantaranya dengan menggunkan suhu 20-25 C dan penyinaran matahari yang cukup kemudian pemberian aerasi berasal dari sistem pengairan bertingkat untuk memanfaatkan energi gravitasi . (Lucas dan Southgate, 2003)

## Akuakultur Berkelanjutan dan Ramah Lingkungan

Akuakultur Berkelanjutan dan ramah lingkungan adalah suatu sistem budidaya perikanan yang terdiri dari teknologi produksi yang unggul, diterima oleh masyarakat dan memiliki profit yang tinggi serta tetap berwawasan lingkungan dengan penggunaan prinsip pengolahan limbah seminimal mungkin ( Lhio I.C, 2000 dalam Oliver, 2002). Akuakultur berkelanjutan dan ramah lingkungan berpedoman pada prinsip pengeluaran limbah sedikit mungkin, sehigga tidak akan berdampak buruk pada lingkungan. Efisiensi dalam penggunaan sumber daya alam seperti air dan tanah (lahan) sehingga dengan luasan yang sama akan menghasilkan suatu produk yang beragam dan akan meningkatkan keuntungan karena nilai produk organik memiliki harga yang berbeda karena masyarakat menyakini bahwa hasil dari pertanian organik lebih sehat. Setelah keuntungan dan efisiensi adalah penerimaan produk pada masyarakat sangat tinggi serta ramah lingkungan sehingga terbentuklah suatu bentuk sistem budidaya yang berkelanjutan.



Gambar 3 Konsep Akuakultur Berkelanjutan (Lhio I.C, 2000 dalam Oliver, 2002)

## **Potensi Pengembangan Akuakultur Berkelanjutan dan Ramah Lingkungan dengan Pendekatan Budidaya Terpadu di Indonesia**

Kondisi lingkungan yang terus mengalami perubahan karena perubahan iklim global menyebabkan persediaan sumber air bersih semakin langka. Degradasi daerah tepian pantai menyebabkan daerah mangrove di Indonesia mengalami kerusakan mencapai 200.000 ha/tahun (Primavera 1994 dalam Lucas dan Southgate 2003). Penduduk dunia yang semakin meningkat pada abad 20 memberikan efek tersendiri terhadap terjadinya krisis pangan dan energi sehingga diperlukan suatu usaha untuk mengatasi permasalahan krisis pangan. Tidak hanya itu, eksploitasi lingkungan yang berlebihan oleh manusia semakin memperburuk keadaan yang ada.

Sistem budidaya terpadu merupakan suatu metode untuk memanfaatkan energi air sebagai suatu materi yang memiliki nilai ekonomi penting dengan memadukan atau mengintegrasikan antara pertanian dan perikanan guna memperoleh keuntungan dengan berprinsip pada diversifikasi produk dan budidaya hemat air yang berwawasan lingkungan (Lucas dan Southgate 2003). Sistem ini memadukan pertanian dan perikanan. Prinsip sistem ini adalah memanfaatkan lahan terbatas secara efisien namun hasilnya beragam serta ramah lingkungan. Selain itu, biaya produksi juga dapat dihemat karena biaya untuk pengairan dan pemupukan dapat ditekan. Hal ini dapat menguntungkan petani karena keuntungan yang diperoleh akan meningkat. Mina-padi merupakan suatu metode terintegrasi antara lahan pertanian dalam bentuk sawah dan ikan sehingga terbentuk suatu hubungan simbiosis antara ikan dan padi. Padi berfungsi sebagai biofilter untuk menyerap nutrient berupa amoniak dan buangan metabolit lainnya oksigen terlarut di lingkungan perairan akan meningkat. Feses ikan dapat digunakan sebagai agen pupuk hayati yang ramah lingkungan sehingga penggunaan pupuk kimia dapat dikurangi.

Prinsip kerja dari sistem budidaya terpadu adalah sistem polikultur dimana akan terdapat ikan lele yang diberikan pakan buatan berupa pelet sedangkan kolam yang lain dibudidayakan ikan nila yang memanfaatkan sisa pakan dari ikan lele melalui air yang dialirkan dari kolam ikan lele ke dalam kolam ikan nila. Air yang dikeluarkan dari kolam ikan banyak mengandung limbah organik berupa nitrogen dalam bentuk amoniak dan fosfor, keduanya sangat bermanfaat bagi tumbuhan. Oleh karena itu air hasil buangan ikan akan dialirkan ke dalam hidroponik yang berfungsi untuk menangkap nitrogen pertama. Hidroponik ini akan menghasilkan tanaman seperti kangkung, kangkung atau tanaman lain yang dapat dimanfaatkan baik untuk dijual maupun untuk pakan ternak. Air yang telah dialirkan dimanfaatkan kembali ke dalam sawah sebagai pupuk organik sehingga tidak diperlukan pemberian pupuk kimia yang kurang ramah lingkungan. Selanjutnya air yang telah melalui saluran irigasi sebagian ada yang dialirkan ke dalam peternakan berupa irigasi untuk pembersihan ternak dan sisanya langsung masuk ke dalam reservoir. Dari reservoir air akan dialirkan kembali melalui pompa ke kolam ikan. Peternakan yang dijalankan berupa ternak sapi yang akan memberikan hasil buangan berupa limbah yang dapat dimanfaatkan untuk biogas maupun pupuk organik. Selain itu dari sapi yang dipelihara akan dihasilkan dua mutiara yaitu mutiara merah berupa daging dan mutiara putih berupa susu. Limbah dari hasil ternak sapi akan dialirkan bersama saluran air dan ditampung

dalam suatu biodigester. Biodigester yang berisi bakteri dan mikroba dapat menguraikan limbah organik dari kotoran ternak menjadi karbondioksida dan biomasa, sedangkan bahan organik yang telah terurai atau terfermentasi dalam bentuk endapan yang digunakan untuk kompos dan dapat dimanfaatkan untuk bioenergi berupa biogas yang dapat dimanfaatkan untuk sumber energi. Biomasa sebagai produk utama dari biodigester yang telah dalam bentuk cair dialirkan dalam kolam alga yang akan dimanfaatkan untuk menumbuhkan alga setelah dikultur dalam kolam alga hasilnya berupa mikroalga dan makroalga yang akan dimanfaatkan untuk merangsang pertumbuhan zooplankton sehingga terjadilah trofik level didalam kolam ikan atau wadah budidaya sehingga dapat memberikan efisiensi dalam penggunaan pakan buatan.

### **Analisis kuantitatif dari sistem budidaya terpadu**

Asumsi yang digunakan dalam penerapan sistem budidaya terpadu akan dijelaskan pada tata letak atau denah lokasi seperti pada gambar 3. Asumsi yang digunakan pada luasan 1 hektar akan digunakan untuk beberapa subsistem seperti berikut:

#### **1. Budidaya Perikanan**

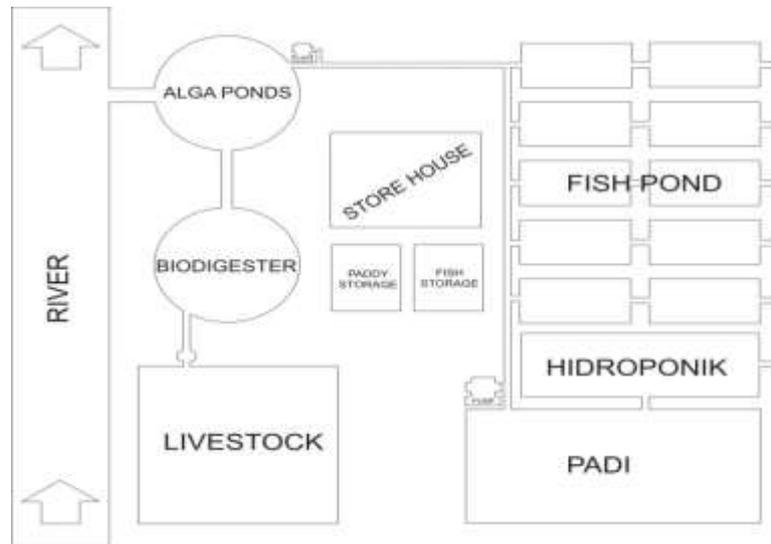
Memiliki Luasan sebesar 2400 m<sup>2</sup> sehingga setiap kolam akan berukuran sekitar 220 m<sup>3</sup> untuk setiap kolam, Ikan yang dibudidayakan adalah ikan nila dan lele masing-masing lima kolam. Padat tebar ikan lele adalah 80 ekor/m<sup>3</sup> akan menghasilkan 14080 ekor ikan dengan tingkat sintasan adalah 80 % maka akan dihasilkan 14080 ekor. Ukuran panen ikan lele adalah 1 kilogram terdiri dari 6 ekor maka akan dihasilkan 2347 kilogram atau 2,347 ton, sistem budidaya terdiri dari 5 kolam sehingga hasil yang diperoleh adalah 11735 kilogram atau 11,75 ton dalam setiap masa panen sekitar 2 bulan. Budidaya ikan nila menggunakan luasan lahan yang sama dengan luasan setiap kolam memiliki luas sebesar 220 m<sup>2</sup>. Padat tebar ikan nila sebesar 60 ekor/ m<sup>2</sup> dengan ukuran panen sebesar 2 ekor dalam 1 kilogram maka akan dihasilkan 6600 kilogram dalam satu kolam, maka akan dihasilkan 33000 kilogram atau 33 ton setiap masa panen selama 6 bulan

#### **2. Budidaya Pertanian**

Pertanian yang digunakan untuk sawah dengan luasan 2000 m<sup>2</sup> bila estimasi produksi beras tahun 2010 sekitar 6 ton per hektar maka banyaknya produksi padi adalah 1,2 ton padi yang dihasilkan dan untuk sistem hidroponik yang dihasilkan adalah 600 kilogram tumbuhan hidroponik yang terdiri dari 200 kilogram tomat, 100 kilogram sawi dan 200 kilogram kangkung, sisanya adalah selada air.

#### **3. Peternakan**

Luasan peternakan yang digunakan adalah 1200 m<sup>2</sup>, digunakan untuk peternakan sapi dan setiap sapi memerlukan luas sebesar 2 x 2 m<sup>2</sup> sehingga akan dihasilkan sapi sebanyak 300 ekor maka bila setiap ekor mampu menghasilkan susu sebesar 5 liter setiap hari sehingga akan dihasilkan 1500 liter susu per hari dan dapat dihasilkan daging sebesar 100 kg ekor bila sapi sudah tidak produktif dalam memproduksi susu. Berikut adalah tata letak dari sistem budidaya terpadu yang terlihat dalam gambar 3.



Gambar 4. Tata latak penerapan sistem budidaya terpadu pada luasan 1 Ha.

### Prospek Pengembangan Sistem Budidaya Terpadu

Pengembangan *agri-aquaculture system* dalam mengatasi permasalahan global perlu dipersiapkan terlebih dahulu agar dalam pelaksanaannya dapat berjalan optimal. Hal yang mendasari suatu sistem diberlakukan adalah aspek dasar dari sistem tersebut. Sistem budidaya terpadu, sebagai sistem yang dipilih dalam mengatasi permasalahan global memiliki beberapa aspek dasar antara lain : kelayakan (*Feasibility*), keuntungan (*profitability*), dapat tidaknya diterima (*accepibility*), dan kesinambungan (*sustainability*).

#### 1. Kelayakan (*Feasibility*)

Faktor kelayakan mencakup aspek sumber daya dan teknologi yang ada mampu mengelola sistem budidaya terpadu yang akan diterapkan dimasyarakat lebih menjamin dan tidak membebani dalam finansial petani.

#### 2. Keuntungan (*Profitability*)

Sistem produksi agri-akuakultur memiliki suatu kekhasan diantaranya menghasilkan lebih dari satu macam produk. Keuntungan yang dimaksud adalah dengan adanya sistem budidaya terpadu maka ada keuntungan yang akan didapat dari hasil penjualan berbagai produk.

#### 3. Kemudahan untuk diterima (*Acceptibility*)

Sistem budidaya terpadu dapat dengan mudah diterima dan dikembangkan dimasyarakat karena manfaat sistem budidaya terpadu itu lebih mudah diterapkan daripada sistem konvensional.

#### 4. Jaminan kesinambungan (*sustainability*)

Kesinambungan sistem budidaya terpadu lebih terjamin hal ini dikarenakan sistem ini mudah diterima dan akan menghasilkan banyak produk yang beragam maka jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan cukup banyak sehingga akan meningkatkan pendapatan masyarakat dan sistem menerapkan sistem resirkulasi yang ramah lingkungan sehingga tidak mengganggu ekologi lingkungan di alam.

## KESIMPULAN

### Kesimpulan

Hasil yang didapat pada studi literatur dan pembahasan yang dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Sistem Budidaya terpadu yang dapat digunakan dalam mengatasi permasalahan krisis pangan dengan penerapan permodelannya yang ramah lingkungan serta efisiensi dari berbagai sub sistem.
2. Untuk mengatasi masalah krisis pangan, sistem budidaya terpadu dapat diterapkan dengan alternatif perikanan dan tanaman pertanian yang menghasilkan bahan pangan serta peternakan sebagai subsistem yang penting .

### Rekomendasi

Dalam hal ini, Penulis menyarankan beberapa hal yaitu :

1. Pengembangan substitusi bahan pangan pokok dengan sistem *agri-aquaculture system* untuk mendukung diversifikasi pangan dalam mengatasi krisis pangan di Indonesia.
2. Pemanfaatan sistem *ricycle* dan *reuse* dalam sistem penanganan limbahnya dengan sistem budidaya terpadu dalam mengatasi krisis pangan.
3. Penerapan *agri-aquaculture system* dilakukan dengan pengawasan mahasiswa/tim pengawas yang ahli dalam bidangnya dengan disertakan petunjuk pelaksanaan program *agri-aquaculture system*.
4. Jika dijadikan program pemerintah, maka pemerintah selaku pelaksana program ini menanggung sementara pendanaan untuk warga masyarakat dengan ketentuan pengembalian yang diatur sesuai kesepakatan.

## DAFTAR PUSTAKA

Anonim. 2009. Pidato Menteri Pertanian. [www.kompas.com](http://www.kompas.com)

[BPS] Badan Pusat Statistik. 2007. Data Produksi Pangan. Jakarta

\_\_\_\_\_.2006. Jumlah dan Laju Pertumbuhan Penduduk Indonesia. Jakarta

\_\_\_\_\_.2006. Produksi, Luas Panen, Produktivitas Lahan Padi Indonesia. Jakarta

Brown, LE. 1986. Kembali Ke Simpang Jalan. Jakarta: CV Rajawali.

Davy.F.B dan De Silve. S. 2010. Succes Story Aquaculture In Asia. Springer, New York,

Kumar et al. 2000. Linkage between waste water treatment aquaculture: initiatives by the South Australian Research Development Institute (SARDI). In: National workshop on waste water Treatment and integrated aquaculture production. 17-19 September 1999,pp153-9.SARDI aquatic Sciences, Adelaide, South Australia.

Lucas and Southgate. 2003. Aquaculture : Farming Aquatic Animals and animal plants. Blackwell Publishing, Australia

Oliver.M.A. 2002. Sustainable Fishery Management In Asia, Asian Productivity Organization, Tokyo.

Pilay T.V. R. 2004.Aquaculture and Enviromental, Fishing New Books, Oxford.

## BIODATA PENULIS

### 1. Ketua Pelaksana Kegiatan

- a. Nama Lengkap : Titi Nur Chayati
- b. NRP : C14080025
- c. Fakultas /Departemen : Perikanan dan Ilmu Kelautan/  
Budidaya Perairan
- d. Perguruan Tinggi : Institut Pertanian Bogor
- e. Tempat/Tanggal Lahir : Jakarta, 16 Agustus 1990
- f. Alamat/ Telp. : Fechouse, Babakan raya IV, Kec.  
Dramaga, Kab. Bogor / 08567163234

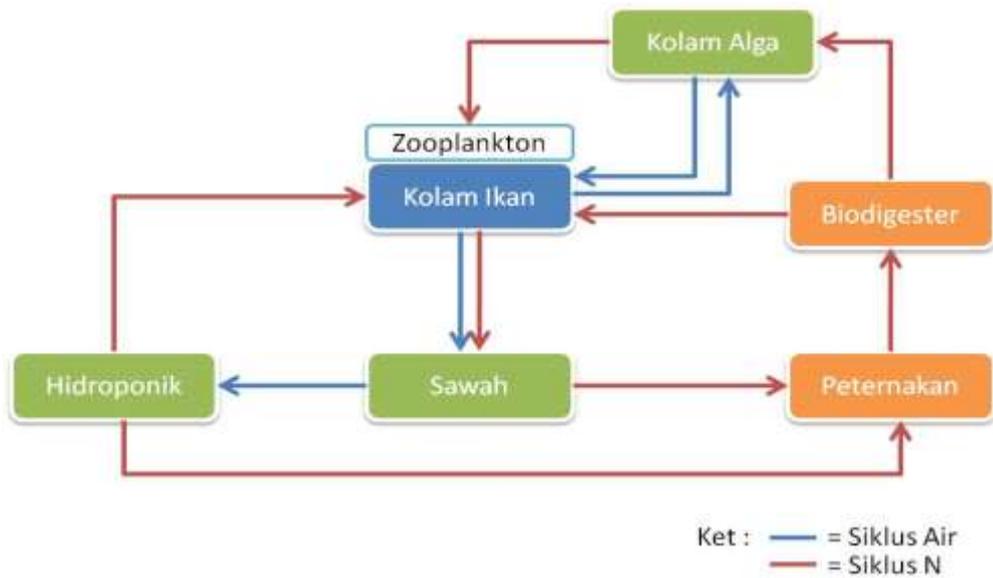
### 2. Anggota Pelaksana Kegiatan

- a. Nama Lengkap : Ahmad Mupahir
- b. NRP : C14070046
- c. Fakultas /Departemen : Perikanan dan Ilmu Kelautan/  
Budidaya Perairan
- d. Perguruan Tinggi : Institut Pertanian Bogor
- e. Tempat/Tanggal Lahir : Bogor, 10 November 1988
- f. Alamat/ Telp. : Balio, RT 05/RW 11 No.17 Ds.  
Balumbang Kec. Bogor Barat, Kota Bogor  
/ 08561714729

### 3. Anggota Pelaksana Kegiatan

- a. Nama Lengkap : Rico Wisnu Wibisono
- b. NRP : C14070036
- c. Fakultas /Departemen : Perikanan dan Ilmu Kelautan/  
Budidaya Perairan
- d. Perguruan Tinggi : Institut Pertanian Bogor
- e. Tempat/Tanggal Lahir : Jakarta, 25 Februari 1990
- f. Alamat/ Telp. : Wisma Nusantara, Badoneng, Kecamatan  
Dramaga, Kabupaten Bogor /  
085717325167

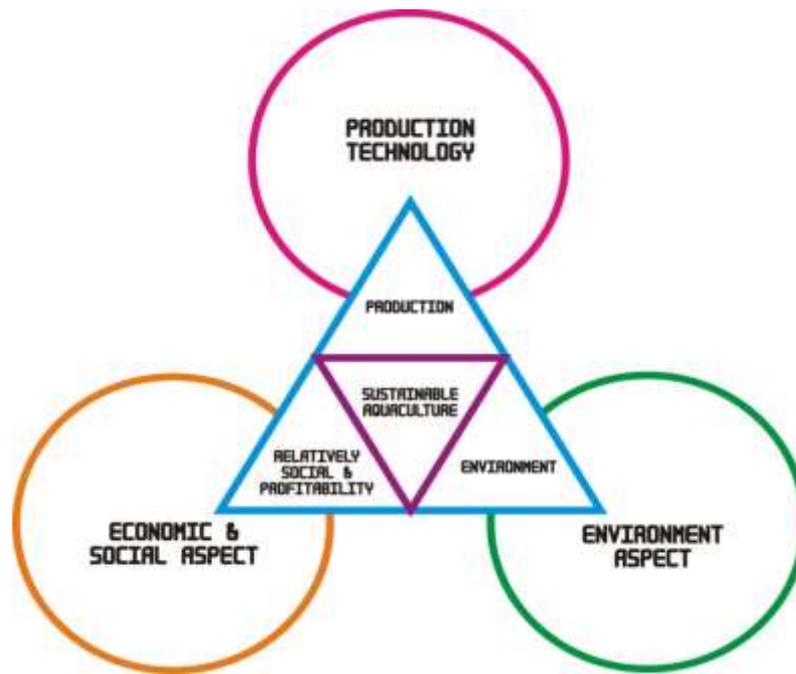
## LAMPIRAN



Gambar 1. Prinsip Sistem Budidaya Terpadu (Modifikasi, Lucas dan Southgat, 2003)



Gambar 2. Bioreaktor modern ( William john. 2002)



Gambar 3 Konsep Akuakultur Berkelanjutan (Lhio I.C, 2000 dalam Oliver, 2002)