

Judul Makalah : Pemodelan Program Linear untuk Optimisasi Agroindustri  
Pakan Udang

Oleh : Rietje J.M Bokau, Wamiliana, dan Sutikno

Dimuat pada : Jurnal Sains MIPA ,  
Edisi khusus Tahun 2008, Vol. 14 No.1. Hal. 59-64  
ISSN : 1978-1873

Diupload pada : <http://jurnal.fmipa.unila.ac.id/index.php/sains/article/view/330>

JURNAL  
**Sains MIPA**

Terakreditasi Dirjen DIKTI/SK No.: 56/DIKTI/Kep/2005

Edisi Khusus Volume 14, No. 1, Tahun 2008



(Sebelumnya Terbit sebagai Jurnal Sains dan Teknologi)

J. Sains MIPA	Edisi Khusus Vol. 14	No. 1	Hlm. 1 - 81	Bandar Lampung Tahun 2008	ISSN 1978-1873
------------------	-------------------------	-------	----------------	------------------------------	-------------------

**Jurnal Sains MIPA**  
ISSN 1978-1873

Terakreditasi Dirjen DIKTI SK No.: 26/DIKTI/Kep/2005 diperbarui dengan  
SK No.: 56/DIKTI/Kep/2005

Terbit 3 kali setahun pada bulan April, Agustus dan Desember berisi tulisan ilmiah hasil penelitian dasar dan telaahan (review) bidang matematika dan ilmu pengetahuan alam.

**Penanggung Jawab**

Sugeng P. Harianto

**Ketua Penyunting**

Sutopo Hadi

**Wakil Ketua Penyunting**

Nandi Haerudin

**Penyunting Ahli**

H. Kirbani Sri Broto Puspito (UGM)

M. Arif Yudiarto (BPPT Lampung)

Sarjaya Antonius (LIPI Bogor)

Wasinton Simanjuntak (Unila)

G. Nugroho Susanto (Unila)

Rochmah Agustrina (Unila)

R.Y. Perry Burhan (ITS)

Hendra Gunawan (ITB)

Kamsul Abraha (UGM)

Edy Tri Baskoro (ITB)

Tati Suhartati (Unila)

Wamiliana (Unila)

Akhmaloka (ITB)

Dwi Asmi (Unila)

Warsono (Unila)

Sumardi (Unila)

Warsito (Unila)

**Penyunting Pelaksana**

Bambang Irawan

M. Kanedi

Karyanto

Amanto

**Administrasi/TU**

M. Yusuf

**Alamat Penyunting dan Tata Usaha**

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung

Jl. S. Brojonegoro No. 1 Bandar Lampung 35145 Telp. (0721) 701609 Pes. 706 Fax (0721) 704625;

E-mail: jsainsmipa@unila.ac.id, sutopohadi@unila.ac.id dan sutopo\_hadi@yahoo.com.au

Rekening Bank BNI 1946 Cabang Unila, a.n. Sutopo Hadi, No. 0070705713.

**J. Sains MIPA** diterbitkan oleh Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung. Terbit Pertama Kali Tahun 1995 dengan nama **Jurnal Penelitian Sains dan Teknologi**. Pada tahun 2003 berganti nama menjadi **Jurnal sains dan Teknologi (J. Sains Tek.)** dengan ISSN 0853-733X, dan pada tahun 2007 berganti nama kembali menjadi **J. Sains MIPA** dengan ISSN 1978-1873

Jurnal ini terbit di bawah tanggung jawab: Sugeng P. Harianto (Rektor), Pembina/Pengarah: Tirza Hanum (Pembantu Rektor I), John Handri (Ketua Lembaga Penelitian), Sugeng P. Harianto (Dekan FMIPA)

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, walau agak terlambat, kami kembali hadir ditengah kita para peneliti secara umum dan peneliti MIPA pada khususnya. Keterlambatan ini karena banyaknya kendala teknis yang kami hadapi terutama menyeleksi banyaknya makalah yang masuk. Kami selalu berupaya dengan sungguh-sungguh agar Jurnal Sains MIPA ini menjadi salah satu jurnal nasional yang sejati, yang mempublikasikan makalah tidak hanya dari wilayah Sumatra, tapi dari seluruh Indonesia, seperti yang kami tampilkan saat ini.

Kami bahagia, karena berhasil menjumpai kembali para penulis dan peneliti secara umum dan peneliti bidang MIPA pada khususnya. Pada edisi Khusus Volume 14, No. 1 ini, kami muat 13 artikel ilmiah dari bidang Matematika. Artikel-artikel yang ditampilkan ini merupakan makalah pilihan dari hasil Seminar Nasional Sains dan Teknologi di Universitas Lampung tanggal 27-28 Agustus 2007. *Setting* dan tampilan setiap makalah dalam edisi kali inipun tidak seperti *setting* pada edisi reguler, hal ini mengingat banyaknya makalah yang harus disetting. Kami berharap semoga makalah yang kami tampilkan pada edisi ini menarik bagi para pembaca.

Sebagai wahana komunikasi para peneliti, kami merasa masih banyak kekurangan dalam banyak hal. Untuk itu, kami dengan tangan terbuka selalu membuka kritik dan saran yang membangun demi kemajuan jurnal ini. Kami juga tetap berharap para peneliti untuk selalu mengirimkan hasil penelitiannya yang terbaru untuk diterbitkan pada jurnal ini, karena tanpa adanya artikel yang bermutu, maka kami tidak dapat hadir di tengah kita tepat waktu. Untuk itu, kami selalu berterima kasih atas kepercayaan para penulis dan peneliti yang mempercayakan jurnal ini sebagai media komunikasinya.

Bagi para pembaca yang ingin berlangganan, dapat melihat tata cara berlangganan pada bagian belakang pada setiap penerbitan. Akhir kata semoga pembaca dapat memanfaatkan tulisan ilmiah yang telah dimuat dalam edisi ini.

Bandar Lampung, Januari 2008

Dewan Penyunting

---

**Jurnal Sains MIPA (ISSN 1978-1873)**  
Edisi Khusus, Volume 14, No. 1, Tahun 2008

**Daftar Isi**

	Halaman
Computational Aspects of Greedy Algorithm for Solving The Multi Period Degree Constrained Minimum Spanning Tree Problem Akmal Junaldi, Wamiliana, Dwi Sakethi and Edy Tri Baskoro	1-6
Evaluasi Kinerja Metode-Metode Heuristik untuk Penyelesaian <i>Travelling Salesman Problem</i> Admi Syarif, Wamiliana dan Yasir Wijaya	7-11
Comb Inequalities for the Degree Constrained Minimum Spanning Tree Problem Wamiliana, Admi Syarif, Akmal Junaldi and Fitriani	12-16
Pendugaan Parameter Distribusi <i>Generalized Weibull</i> dengan Menggunakan Metode Kemungkinan Maksimum Rani Sari Hermita, Warsono dan Dian Kurniasari	17-22
Solusi Eksak dan Kestabilan Sistem Bandul Ganda Amanto dan La Zakaria	23-32
Deskripsi dan Optimisasi Model Pembangkit Listrik Sistem Hibrid Menggunakan Teknik <i>Control Parametrization Enhancing Transform</i> (CPET) Tiryono Ruby, Machudor Yusman dan Dorrah Aziz	33-40
Sifat Asimtotik Normalitas dan Ketakbiasan Penduga Kemungkinan Maksimum Parameter Distribusi <i>Generalized Gamma</i> Dian Kurniasari, Dona Rani Maninja, Warrono	41-46
Korespondensi Lintasan Matahari dan Bulan Sebagai Dasar untuk Membangun Model Dan Database Kecerahan Sinar Bulan Febi Eka Febriansyah dan Tiryono Ruby	47-52
Pemanfaatan Teknologi Pemrograman Javu pada Pengukuran Karakteristik Distribusi Peluruhan Radinaktif Melalui Interface Serial Irwandi	53-58
Pemodelan Program Linier untuk Optimasi Agroindustri Pakan Udang Rietje J.M Bokau, Wamiliana, dan Sutikno	59-64
Desain <i>Datawarehouse</i> untuk Mendukung Model Pengelolaan Guru yang Berbasis DSS dalam Meningkatkan Kinerja Pegawai Tri Pujjadi	65-73
Uji Satu Arah untuk Data Bivariat Berkorelasi Mulyana	74-78
Teknik Mendapatkan Solusi Eksak Model Kurva Belajar Thurstone La Zakaria dan Machudor Yusman	79-81
Surat Pernyataan Penulis Artikel	L1
Cara Berlangganan	L2
Pedoman Penulisan Makalah	L3
Instructions to Authors	L4

## PEMODELAN PROGRAM LINIER UNTUK OPTIMASI AGROINDUSTRI PAKAN UDANG

Rietje J.M Bokau<sup>1</sup>, Wamiliana<sup>2</sup>, dan Sutikno<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Politeknik Negeri Lampung, <sup>2</sup>Jurusan Matematika FMIPA Unila, <sup>3</sup>Jurusan THP. Fak. Pertanian Unila

Diterima 28 Agustus 2007, perbaikan 10 Desember 2007, disetujui untuk diterbitkan 27 Desember 2007

### ABSTRACT

Feedmill has become very important in the intensive fisheries production due to high demand which can be up to 60-70% of the production cost and also the problem with raw materials. The fish flour as the main material of protein sources need to be anticipated for its replacement with other commodities. There are some materials which can be used as shrimp feedmill flour, so that there will be a various composition which can be developed to a standard shrimp feedmill. However, the optimal formulation of the feedmill causes some problems as the usage of materials which a variety of nutrition composition. In this paper will be discussed an optimization model for shrimp feedmill which can be developed based on the available material sources and the standard of the feedmill required. To solve problem arising from this model, a linear program has been used. The problem functions were the feedmill quality (based on the SNI standard of 02-2724-2002), the materials proportion and the demand of shrimp feedmill itself.

**Keywords:** *shrimp feedmill, model, linear program*

### 1. PENDAHULUAN

Pakan merupakan salah satu faktor pembatas produksi dalam suatu kegiatan budidaya udang, terutama pada sistem intensif. Secara fisiologis, pakan akan berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan udang, juga sebagai sumber energi, gerak dan reproduksi.

Pakan yang dimakan udang akan diproses dalam tubuh dan unsur-unsur nutrisi atau gizinya akan diserap untuk dimanfaatkan membangun jaringan dan daging sehingga terjadi pertumbuhan. Laju pertumbuhan udang sangat dipengaruhi oleh jenis dan kualitas pakan yang diberikan. Pakan yang berkualitas baik akan menghasilkan pertumbuhan ikan dan efisiensi pakan yang tinggi<sup>1)</sup>. Secara ekonomis efisiensi pakan yang tinggi akan mempengaruhi biaya pakan sehingga berpengaruh pada biaya produksi<sup>2)</sup>.

Formulasi merupakan salah satu tahap operasi yang esensial dalam pengolahan pakan udang. Akurasi penyusunan formulasi sangat menentukan hasil produksi yang diperoleh serta efisiensi biaya pengolahan. Sebaliknya kekeliruan di dalam formulasi tidak hanya berpengaruh terhadap pertumbuhan udang, tetapi juga mengakibatkan pemborosan bahan baku, defisiensi nutrisi dan lain-lain. Upaya untuk mengantisipasinya dapat dilakukan dengan menyusun suatu formulasi pakan yang seimbang dan bermutu serta maksimal.

Program linier merupakan salah satu metode kuantitatif yang umum digunakan dalam riset operasi untuk membantu perusahaan dalam proses pengambilan keputusan<sup>3, 4)</sup>. Model matematis ini merupakan penyederhanaan kondisi nyata sebagai pernyataan kuantitatif dari tujuan dan kendala, yang didasarkan pada syarat kebutuhan nutrisi udang, batasan pemakaian bahan baku, dan kandungan nutrisi bahan baku. Dengan penggunaan program linier, keuntungan yang dapat diperoleh antara lain dapat dihasilkan pakan sesuai dengan kebutuhan, dapat meramu berbagai macam bahan baku secara proporsional dan seimbang, serta formulasi yang dihasilkan lebih cepat.

### 2. METODE PENELITIAN

Dalam suatu program linier, langkah memodelkan/menformulasikan masalah merupakan langkah yang sangat penting<sup>5)</sup>. Permasalahan penting dalam proses produksi pakan udang adalah bagaimana menghasilkan komposisi (formula) bahan baku yang tepat sesuai dengan kriteria standar mutu pakan udang<sup>6,7)</sup>. Untuk itu diperlukan data mengenai standar mutu pakan udang sebagai kendala yaitu persyaratan mutu pakan udang windu berdasarkan Badan Standardisasi Nasional<sup>8)</sup> dengan nomor SNI 02 – 2724 – 2002. Kendala lain adalah pengetahuan mengenai batasan maksimum atau minimum (restriction) penggunaan bahan baku pakan udang. Kandungan nutrisi bahan baku yang merupakan analisis proksimat juga dimasukkan sebagai kendala. Parameter uji dari nutrisi bahan baku terdiri dari kadar air, protein, lemak, karohidrat, serat kasar, abu dan lain-lain, kalsium dan fosfor.

Selanjutnya adalah membuat formulasi model matematik untuk pakan udang, yang dilakukan dengan menentukan variabel keputusan, fungsi tujuan, dan fungsi kendala.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Bahan baku pakan udang

Sebelum menyusun formulasi pakan udang dan mengolah pakannya, informasi yang berhubungan dengan bahan pakan terlebih dahulu harus dipahami. Informasi yang diperlukan antara lain: tujuan penggunaan bahan baku, syarat bahan baku, fungsi dan kegunaan nutrisi, serta bahan baku substitusi. Banyak sumber daya bahan baku yang dapat digunakan untuk pembuatan pakan, akan tetapi banyak hal yang harus dipertimbangkan sebelumnya untuk kelancaran dan kontinuitas produksi<sup>9)</sup>. Bahan baku yang digunakan dalam menyusun komposisi dan formulasi pakan udang terdiri dari bahan nabati dan hewani. Formulasinya berdasarkan kandungan nutrisi dominannya yaitu sebagai sumber protein, energi, vitamin dan mineral. Beberapa bahan baku pakan udang tersebut adalah:

- 1) Bungkil kedelai. Bungkil kedelai (*soybean meal*) merupakan bahan hasil sampingan dari pengolahan kacang kedelai (*Glycine max*). Peran pentingnya bukan hanya sebagai sumber protein yang tinggi tetapi juga dapat menggantikan peran tepung ikan.
- 2) Tepung ikan  
Tepung ikan merupakan bahan baku yang umum digunakan untuk pakan udang sebagai sumber protein hewani. Tepung ikan yang diproduksi dapat berasal dari satu jenis ikan (Amerika, Meksiko, dan Thailand) atau dari campuran jenis-jenis ikan kecil seperti dari Peru dan Chili. Selain sebagai sumber asam amino yang lengkap bagi, tepung ikan juga mensuplai calcium dan phosphor.
- 3) Tepung udang  
Tepung udang sangat sesuai digunakan sebagai salah satu bahan baku pakan udang karena selain sebagai sumber protein hewani, juga mengandung komponen-komponen penting yang dibutuhkan oleh udang, seperti *chitin* dan pigmen. Selain dalam bentuk tepung, kepala udang juga dapat digunakan sebagai bahan segar atau melalui proses fermentasi (*silage*). Dengan bahan segar ini sifat atraktan tidak berkurang (*chemo attractant*)<sup>10)</sup>
- 4) Pollard (dedak gandum)  
Pollard adalah hasil sampingan dari industri pengolahan tepung terigu. Pollard atau dedak gandum ini ada dua macam, yaitu yang disebut *wheat pollard* yang berasal dari kulit ari gandum, dan *wheat bran* yang berasal dari kulit luar gandum. Sumber pollard impor berasal dari Australia dan Amerika, sedangkan di dalam negeri berasal dari industri pengolahan tepung terigu PT. Bogasari.
- 5) Tepung cumi-cumi  
Tepung cumi-cumi penting untuk pakan udang, karena selain kandungan protein cukup tinggi juga mengandung calcium dan phosphor. Sifat lainnya adalah kandungan *chemo attractant* (*glycine* dan *betaine*) untuk meningkatkan kebiasaan makan udang, dan juga sebagai *growth promoting factor*.
- 6) Tepung terigu  
Disamping sebagai sumber energi, tepung terigu juga berperan sebagai bahan perekat (*binder*) untuk meningkatkan kekompakan pakan setelah dimasukkan dalam air (*water stability*).
- 7) Minyak ikan  
Minyak ikan digunakan sebagai sumber lemak khususnya asam lemak tidak jenuh atau *PUFA* (*polyunsaturated fatty acid*).
- 8) Minyak lisitin (*lecithin oil*)  
Minyak soya lesitin paling umum digunakan untuk pakan udang. Lesitin ini dikenal juga sebagai *phospholipids* yang mengandung asam lemak tidak jenuh dan *phosphor*.  
Disamping bahan-bahan utama di atas, juga digunakan bahan-bahan lain sebagai bahan penunjang atau pembantu. Bahan-bahan tersebut seperti: *calcium phosphate*, *choline chloride*, vitamin, mineral, *lysine*, ikan segar, dan lain-lain, dan dalam jumlah yang sangat kecil.

#### 3.2. Pemodelan

Pemecahan masalah pemodelan untuk optimasi pakan udang memiliki dua macam fungsi, yakni fungsi tujuan dan fungsi kendala. Fungsi tujuan dalam pemodelan ini adalah untuk memaksimalkan jumlah pemakaian bahan baku dalam suatu formulasi pakan udang. Model optimasi pakan udang untuk permasalahan yang dikembangkan adalah sebagai berikut:

#### 3.3. Fungsi Tujuan

Max Keuntungan =  $\sum$  Penjualan -  $\sum$  Biaya Bahan Baku -  $\sum$  Biaya Operasional.

$$\text{Penjualan} : C_j \sum_{i=1}^{17} \sum_{k=1}^{12} x_{ijk} ; \begin{array}{l} i = \text{bahan baku (1,2,3,4,5, \dots, 17)} \\ j = \text{jenis pakan udang (1,2,3,4,5,6)} \\ k = \text{bulan (1,2,3,4,5, \dots, 12)} \end{array}$$

$$\text{Biaya Bahan Baku: } \sum_{i=1}^{17} \sum_{j=1}^6 \sum_{k=1}^{12} c_{ijk} x_{ijk}$$

Dimana:

$C_j$  = Harga pakan udang  $j$ , dalam satuan Rp/kg.

$c_{ijk}$  = Harga bahan baku  $i$  yang digunakan untuk memproduksi pakan udang  $j$  pada bulan ke  $k$ , dalam satuan Rp/kg.

$x_{ijk}$  = Jumlah bahan baku  $i$  yang digunakan untuk memproduksi pakan udang  $j$  pada bulan ke  $k$  dalam satuan kg.

### 3.4. Fungsi Kendala

#### 3.4.1. Kualitas pakan

##### a. Kadar Air

$$1) \text{ Kadar air pakan udang } j_1 - j_6 : \text{Max } 10 \% \\ \frac{(ka_1)x_{1j} + (ka_2)x_{2j} + \dots + (ka_{10})x_{10j}}{x_{1j} + x_{2j} + \dots + x_{10j}} \leq 0,1 \quad \begin{array}{l} \text{dengan } ka_i = \text{kandungan air pada} \\ \text{bahan baku ke } i \\ i = 1,2,\dots,10 \\ j = 1,2,3,4,5,6 \end{array}$$

Persamaan ini (juga persamaan-persamaan berikut lainnya) merupakan persamaan non linier, sehingga harus dibuat dalam bentuk linier yaitu sebagai berikut:

$$(ka_1)x_{1j} + (ka_2)x_{2j} + \dots + (ka_{10})x_{10j} \leq 0,1x_{1j} + 0,1x_{2j} + \dots + 0,1x_{10j} \\ (ka_1 - 0,1)x_{1j} + (ka_2 - 0,1)x_{2j} + \dots + (ka_{10} - 0,1)x_{10j} \leq 0$$

##### b. Kadar protein

$$1) \text{ Kadar protein pakan udang } j_1 \text{ (crumble 01): Min } 40 \% \\ \frac{(kp_1)x_{1j1} + (kp_2)x_{2j1} + \dots + (kp_{10})x_{10j1}}{x_{1j1} + x_{2j1} + \dots + x_{10j1}} \geq 0,4 \quad \begin{array}{l} kp_i = \text{kandungan protein} \\ \text{pada bahan baku ke } i \\ i = 1,2,\dots,10 \end{array}$$

$$2) \text{ Kadar protein pakan udang } j_2 \text{ (crumble 02): Min } 38 \% \\ \frac{(kp_1)x_{1j2} + (kp_2)x_{2j2} + \dots + (kp_{10})x_{10j2}}{x_{1j2} + x_{2j2} + \dots + x_{10j2}} \geq 0,38$$

$$3) \text{ Kadar protein pakan udang } j_3 \text{ (crumble 03): Min } 37 \% \\ \frac{(kp_1)x_{1j3} + (kp_2)x_{2j3} + \dots + (kp_{10})x_{10j3}}{x_{1j3} + x_{2j3} + \dots + x_{10j3}} \geq 0,37$$

$$4) \text{ Kadar protein pakan udang } j_4 \text{ (Pelet 04s): Min } 36 \% \\ \frac{(kp_1)x_{1j4} + (kp_2)x_{2j4} + \dots + (kp_{10})x_{10j4}}{x_{1j4} + x_{2j4} + \dots + x_{10j4}} \geq 0,36$$

$$5) \text{ Kadar protein pakan udang } j_5 \text{ (pellet 04): Min } 35 \% \\ \frac{(kp_1)x_{1j5} + (kp_2)x_{2j5} + \dots + (kp_{10})x_{10j5}}{x_{1j5} + x_{2j5} + \dots + x_{10j5}} \geq 0,35$$

$$6) \text{ Kadar protein pakan udang } j_6 \text{ (grain pellet): Min } 34 \% \\ \frac{(kp_1)x_{1j6} + (kp_2)x_{2j6} + \dots + (kp_{10})x_{10j6}}{x_{1j6} + x_{2j6} + \dots + x_{10j6}} \geq 0,34$$

##### c. Kadar lemak

$$1) \text{ Kadar lemak pakan udang } j_1 \text{ (crumble 01): Min } 6 \% \\ \frac{(kl_1)x_{1j1} + (kl_2)x_{2j1} + \dots + (kl_{10})x_{10j1}}{x_{1j1} + x_{2j1} + \dots + x_{10j1}} \quad \text{dengan } kl_i = \text{Kandungan lemak pada}$$



- $\geq 0,06$  bahan baku ke i  
i = 1,2,...,10
- 2) Kadar lemak pakan udang j2 – j6 : Min 4 %  

$$\frac{X_{1j1} + X_{2j1} + \dots + X_{10j1}}{(kl_1)X_{1j2} + (kl_2) X_{2j2} + \dots + (kl_{10}) X_{10j2}} \geq 0,04$$

$$X_{1j2} + X_{2j2} + \dots + X_{10j2}$$
- d. Kadar serat kasar**
- 1) Kadar serat kasar pakan udang j1 – j4: Max 3 % dengan ksi = kandungan serat pada  
bahan baku ke i  
i = 1,2,...,7
- $$\frac{(ks_1)X_{1j1} + (ks_2) X_{4j1} + \dots + (ks_7) X_{7j1}}{X_{1j1} + X_{2j1} + \dots + X_{7j1}} \leq 0,03$$
- 5) Kadar serat kasar pakan udang j5 – j6 : Max 4 %
- $$\frac{(ks_1)X_{1j5} + (ks_2) X_{4j5} + \dots + (ks_7) X_{7j5}}{X_{1j5} + X_{2j5} + \dots + X_{7j5}} \leq 0,04$$
- e. Kadar abu pada pakan udang.**
- 1) Kadar abu pakan udang j1 – j6 : Max 15 % kbi = kandungan abu pada  
bahan baku ke i  
i = 1,2,...,10
- $$\frac{(kb_1)X_{1j1} + (kb_2) X_{2j1} + \dots + (kb_{10}) X_{10j1}}{X_{1j1} + X_{2j1} + \dots + X_{10j1}} \leq 0,15$$

**3.4.2. Proporsi masing—masing bahan baku**

- 1) Tepung kedelai pada pakan udang j: Max 15 %; Min 3 %
- $$0,03 \leq \frac{X_{1j}}{X_{1j} + X_{2j} + \dots + X_{17j}} \leq 0,15$$
- 2) Tepung ikan pada pakan udang j : Max 25 %; Min 10 %.
- $$0,1 \leq \frac{X_{2j}}{X_{1j} + X_{2j} + \dots + X_{17j}} \leq 0,25$$
- 3) Tepung cumi-cumi pada pakan udang j : Max 10 %; Min 5 %
- $$0,05 \leq \frac{X_{3j}}{X_{1j} + X_{2j} + \dots + X_{17j}} \leq 0,1$$
- 4) Tepung udang pada pakan udang j untuk : Max 30 %; Min 3 %
- $$0,03 \leq \frac{X_{4j}}{X_{1j} + X_{2j} + \dots + X_{17j}} \leq 0,3$$
- 5) Pollard pada pakan udang j : Max 5 %; Min 3 %
- $$0,03 \leq \frac{X_{5j}}{X_{1j} + X_{2j} + \dots + X_{17j}} \leq 0,05$$
- 6) Tepung terigu pada pakan udang j: Max 10 % ; Min 5 %
- $$0,05 \leq \frac{X_{6j}}{X_{1j} + X_{2j} + \dots + X_{17j}} \leq 0,1$$
- 7) Minyak ikan pada pakan udang j : Max 4 %; Min 2 %
- $$0,02 \leq \frac{X_{7j}}{X_{1j} + X_{2j} + \dots + X_{17j}} \leq 0,04$$
- 8) *Lecithin oil* pada pakan udang j : Max 3 %; Min 1 %
- $$0,01 \leq \frac{X_{8j}}{X_{1j} + X_{2j} + \dots + X_{17j}} \leq 0,03$$
- 9) Tepung perekat pada pakan udang j: Max 0,5 %; Min 0,02%
- $$\frac{X_{9j}}{X_{1j} + X_{2j} + \dots + X_{17j}}$$

- $$0,0002 \leq \frac{X_{10j}}{X_{1j} + X_{2j} + \dots + X_{17j}} \leq 0,0005$$
 10) Ikan segar pada pakan udang j: Max 8 %, Min 3 %
- $$0,03 \leq \frac{X_{11j}}{X_{1j} + X_{2j} + \dots + X_{17j}} \leq 0,08$$
 11) Calcium phospat pada pakan udang j: Max 4 %, Min 2 %
- $$0,02 \leq \frac{X_{12j}}{X_{1j} + X_{2j} + \dots + X_{17j}} \leq 0,04$$
 12) Choline chloride pada pakan udang j: Max 1 %
- $$\frac{X_{13j}}{X_{1j} + X_{2j} + \dots + X_{17j}} \leq 0,01$$
 13) Vitamin mix pada pakan udang j: Max 3 %
- $$\frac{X_{14j}}{X_{1j} + X_{2j} + \dots + X_{17j}} \leq 0,03$$
 14) Mineral mix pada pakan udang j: Max 2 %
- $$\frac{X_{15j}}{X_{1j} + X_{2j} + \dots + X_{17j}} \leq 0,02$$
 15) Lysin pada pakan udang j: Max 0,5 %
- $$\frac{X_{15j}}{X_{1j} + X_{2j} + \dots + X_{17j}} \leq 0,005$$

#### 3.4.3. Ketersediaan bahan baku pakan udang

- |   |  |
|---|--|
| 1) Tepung kedelai : $\sum_{j,k} x_{1jk} \leq k$ | 5) Pollard : $\sum_{j,k} x_{5jk} \leq p$       |
| 2) Tepung ikan : $\sum_{j,k} x_{2jk} \leq i$    | 6) Tepung terigu : $\sum_{j,k} x_{6jk} \leq t$ |
| 3) Tepung cumi : $\sum_{j,k} x_{3jk} \leq c$    | 7) Minyak Ikan : $\sum_{j,k} x_{7jk} \leq m$   |
| 4) Tepung Udang : $\sum_{j,k} x_{4jk} \leq u$   | 8) Minyak lesitin: $\sum_{j,k} x_{7jk} \leq l$ |

Dimana:

- |   |   |
|---|---|
| k = jumlah tepung kedelai yang tersedia | p = jumlah tepung pollard yang tersedia |
| i = jumlah tepung ikan yang tersedia    | t = jumlah tepung terigu yang tersedia  |
| c = jumlah tepung cumi yang tersedia    | m = jumlah minyak ikan yang tersedia    |
| u = jumlah tepung udang yang tersedia   | l = jumlah minyak lesitin yang tersedia |

#### 3.4.4. Keterbatasan mesin

Produksi pakan udang tidak melebihi kapasitas mesin, yaitu p kg/jam. Dengan asumsi bahwa satu bulan terdapat 26 hari kerja, dan satu hari kerja sebanyak 8 jam, maka dalam satu bulan mesin dapat memproduksi pakan sebanyak  $26 \times 8 \times p = K$  kg. Sehingga kendala mesin adalah:  $x_{jk} \leq K$

#### 3.4.5. Tenaga kerja

Jika jumlah tenaga kerja pada bagian produksi pakan udang sebanyak q orang, maka akan diperoleh sejumlah Q jam kerja. Sehingga jika bi adalah koefisien jam kerja yang diperlukan untuk menghasilkan 1 kg pakan pada bulan ke-l, dalam satuan jam kerja/kg, maka kendala tenaga kerja adalah:  $b_i(x_{jk}) \leq Q$ .

#### 3.4.6. Kebutuhan pakan udang.

- 1) Bulan Januari  
 Pakan Crumble 01 :  $\sum_{i=1} x_{i11} \geq \text{kebutuhan pakan CO1 pada bulan Januari}$

Pakan Crumble 02 :  $\sum_{i=1} x_{i21} \geq$  kebutuhan pakan C02 pada bulan Januari

Pakan Crumble 03 :  $\sum_{i=1} x_{i31} \geq$  kebutuhan pakan C03 pada bulan Januari

Pakan Pelet 04s :  $\sum_{i=1} x_{i41} \geq$  kebutuhan pakan P04s pada bulan Januari

Pakan Pelet 04 :  $\sum_{i=1} x_{i51} \geq$  kebutuhan pakan P04 pada bulan Januari

#### 3.4.7. Permintaan pakan udang

$$1. \text{ Bulan Januari : } \sum_{i=1}^{17} \sum_{j=1}^6 x_{ij1} + S_{i-1} \geq d_i;$$

Dimana:  $S_{i-1}$  = Stock pakan udang pada bulan ke  $i-1$  (sisa bulan ke  $i-1$ )

$d_i$  = Permintaan bulan ke  $i$ ;  $i = 1, 2, \dots, 12$

## 4. KESIMPULAN

Pada tulisan ini dikembangkan salah satu model optimasi produksi pakan udang yang dapat digunakan. Model ini baru memberikan salah satu alternatif yang dapat digunakan walaupun belum memasukkan semua faktor kendala yang ada.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Watanabe, T. 1998. *Fish Nutrition and Mariculture. JICA Textbook the General Aquaculture Course*. Departement of Aquatic Biosciences, Tokyo University of Fisheries. 233 hal.
2. Dirjen Perikanan Budidaya, 2004.
3. Agustini, D.H dan Rahmadi Y.E., 2004. *Riset Operasi, Konsep Dasar*. Rineka Cipta, Jkt. 225 hal.
4. Wamiliana, 2007. *Riset Operasi dan Teknik-Teknik Optimisasi*. Workshop Riset Operasi 27 – 28 Feb. Univ. Malahayati, Bandar Lampung.
5. Wamiliana, 2004. *Diktat Kuliah Progam Linier*. Jurusan Matematika FMIPA, Unila. 224 hal.
6. Goddard, S., 1996. *Feed Management in Intensive Aquaculture*. Chapman and Hall. 194 p.
7. Haryati, 2005. *Teknologi Manajemen Pakan, Kebutuhan Nutrisi Ikan untuk Budidaya*, Pusat Riset Budidaya, Balai Riset Perikanan Budidaya Air Payau. 13 hal.
8. BSN, 2002. *Standar Nasional Indonesia untuk Pakan Udang Windu (SNI 02-2724-2002)*. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.
9. Alamsyah, R., 2005. *Pengolahan Pakan Ayam dan Ikan Secara Modern*. Penebar Swadaya, Jkt. 139 hal.
10. Hertrampf, J.W and Pascual, F.P. 2000. *Handbook on Ingredients for Aquaculture Feeds*. Kluwer Academic Publishers, USA. 573 p.