

PENENTUAN KOMPOSISI BAHAN PAKAN IKAN LELE YANG OPTIMAL DENGAN MENGGUNAKAN METODE IWO-SUBTRACTIVE CLUSTERING

Agus Muliantara

Jurusan Ilmu Komputer, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Udayana

email : muliantara@cs.unud.ac.id

ABSTRAK

Pakan selain sebagai salah satu faktor yang dapat meningkatkan produktifitas ikan, juga merupakan satu komponen terbesar dalam biaya produksi. Dapat mencapai 60% dari keseluruhan biaya produksi Saat ini harga pakan buatan sudah sekitar Rp 10.000,- per kg.

Untuk mendapatkan komposisi pakan yang berkualitas dan memiliki biaya yang efisien tentunya tidak mudah. Salah satu cara yang mungkin digunakan adalah metode *trial and error* atau metode coba-coba. Namun hal ini tentunya tidak mungkin karena akan terbentur masalah waktu. Untuk itu perlu dilakukan suatu penggabungan beberapa bidang ilmu untuk mendapatkan nilai pakan yang optimal tersebut.

Dalam bidang teknik informatika, permasalahan mencari komposisi pakan yang optimal (memiliki kandungan gizi baik, tapi harga yang efisien) dikatakan sebagai permasalahan *multi objective*. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk memecahkan permasalahan *multi objective* adalah *Multi Objective Optimiztion with Invasive Weed Optimization-Subtractive Clustering* (IWO-SC). Penerapan metode IWO-SC dapat digunakan pada kasus penentuan komposisi pakan ikan lele yang optimal tingkat efisiensi biaya pakan menjadi sebesar Rp 922,00 /Kg.

Kata kunci: *permasalahan tujuan ganda, optimasi tujuan ganda, Invasive Weed Optimization, Subtractive Clusterting, pakan lele*

ABSTRACT

Fish Feed apart as one of the factors that can increase the productivity of the fish, also the largest component in the cost of production. Can reach 60% of the total cost of production of artificial feed prices now are around Rp 10,000, - per kg.

To get high quality feed composition has a cost-efficient and certainly not easy. One way that may be used is the method of trial and error or trial and error method. But it is certainly not possible because it would spend the time. So it is necessary for the incorporation of multiple disciplines to obtain the optimal feed value.

In the field of computer science, experiences to find the optimal feed composition (having good nutritional content, but the price is efficient) said as a multi objective problem. One method that can be used to solve multi objective is Optimiztion Multi Objective Optimization with Invasive Weed-subtractive clustering (IWO-SC). Application of the Iwo-SC method can be used to optimized efficiency of feed cost to be Rp 922.00 / Kg.

Keywords: *multi objective proble, multi objective optimization, Invasive Weed Optimization, subtractive Clusterting, catfish's feed*

1. PENDAHULUAN

Selain peningkatan pertumbuhan ekonomi yang cenderung meningkat, salah satu dampak

positif lain dari daerah pariwisata adalah adanya pertumbuhan tempat makan seperti restoran, depot, warung-warung tradisional maupun pedagang kaki lima di pinggir jalan yang menyediakan menu lokal yang beragam.

Bali sebagai salah satu tujuan wisatawan mancanegara maupun lokal pun terkena dampak positif tersebut.

Berbagai menu lokal maupun menu luar negeri makin banyak menghiasi menu-menu yang ditawarkan oleh tempat makan di Bali sebagai salah satu upaya pemenuhan selera makan wisatawan. Salah satu menu yang saat ini sedang menjamurnya adalah menu berbahan dasar ikan lele seperti pepes lele, lele penyet, ikan lele bumbu balado dan lain-lain. Rasa lele yang gurih dan dibumbui dengan cita rasa lokal sangat menggugah selera para wisatawan untuk mencoba menu berbahan dasar lele tersebut. Kebutuhan restoran atau rumah makan akan bahan baku ikan lele sangatlah besar namun pasokan yang mampu diberikan oleh peternak pembesaran ikan lele masih belum mampu mengimbangi permintaan ini. Salah satu hal yang menyebabkan pengusaha tidak mampu mengimbangi permintaan yang sangat besar ini diantaranya adalah harga pakan yang mahal sehingga peternak hanya mampu membiakkan lele dalam jumlah yang terbatas. Untuk meningkatkan produksi lele, salah satu solusinya adalah dengan penggunaan pakan buatan.

Pakan buatan adalah merupakan campuran dari bahan-bahan pakan yang memiliki kandungan nutrisi dan harga yang berbeda-beda. Kesalahan penentuan bahan-bahan pakan dapat berdampak pada rendahnya kandungan nutrisi dan tingginya biaya penyediaan pakan buatan yang dihasilkan (Luh dkk, 2011). Namun pemilihan pakan yang tepat akan berdampak sebaliknya yaitu harga pakan buatan menjadi lebih murah dan meningkatnya nilai gizi pakan. Peningkatan nilai gizi pakan lele ini tentunya berakibat pula pada meningkatnya produksi ikan lele.

Pakan selain sebagai salah satu faktor yang dapat meningkatkan produktifitas ikan, juga merupakan satu komponen terbesar dalam biaya produksi. Dapat mencapai 60% dari keseluruhan biaya produksi (Afrianto dan Liviawaty, 2005). Saat ini harga pakan buatan sudah sekitar Rp 10.000,- per kg. Karenanya, para peternak lele biasanya memilih menggunakan pakan ramuan sendiri hingga margin yang diperoleh bisa lebih besar dibanding penggunaan pakan buatan pabrik. Biasanya, para peternak akan meramu pakan yang terdiri dari dedak halus (bekatul) 20%,

ampas tahu 20%, menir atau jagung giling 20%, dan ayam broiler mati yang dibeli borongan di peternakan ayam atau ikan rucah yang dibeli di Tempat Pelelangan Ikan (TPI) sebanyak 35%, tepung tapioka 5% dan vitamin C serta B Complex. Oleh karena itu agar didapatkan tingkat produksi yang tinggi selain kualitas pakan harus baik, efisiensi produksi pakan juga harus dipertimbangkan.

Untuk mendapatkan komposisi pakan yang berkualitas dan memiliki biaya yang efisien tentunya tidak mudah. Salah satu cara yang mungkin digunakan adalah metode *trial and error* atau metode coba-coba. Tiap komposisi kandungan gizi dan harga pakan dihitung dan dicoba agar nantinya didapatkan nilai yang optimal. Namun hal ini tentunya tidak mungkin karena akan terbentur masalah waktu. Untuk itu perlu dilakukan suatu penggabungan beberapa bidang ilmu untuk mendapatkan nilai pakan yang optimal tersebut (kandungan gizi baik, harga efisien).

Dalam penelitian ini bidang ilmu yang akan digunakan yaitu Peternakan dan Teknik Informatika. Bidang Peternakan sebagai bidang yang akan memberikan sekumpulan aturan yang baik dalam menghasilkan pakan yang baik, dan teknik informatika akan digunakan sebagai bidang yang akan mempercepat proses pencarian komposisi pakan yang optimal tersebut.

Dalam bidang teknik informatika, permasalahan mencari komposisi pakan yang optimal (memiliki kandungan gizi baik, tapi harga yang efisien) dikatakan sebagai permasalahan *multi objective*. Dimana tujuan yang ingin dicapai adalah **dua hal yang saling bertentangan**. Permasalahan multi objective dapat pula ditemui seperti halnya dalam pengembangan kendaraan agar dapat digunakan pada kecepatan tinggi namun juga harus hemat bahan bakar. Dalam permasalahan *multi objective* umumnya memiliki 2 atau lebih tujuan yang saling bertentangan. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk memecahkan permasalahan *multi objective* adalah *Multi Objective Optimization with Invasive Weed Optimization-Subtractive Clustering* (IWO-SC) (Muliantara, 2011). MOEA banyak dikembangkan karena implementasinya yang sederhana serta dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan pada ruang pencarian yang sangat besar dan kompleks (Zitzler,-)

Pemilihan algoritma IWO-SC sebagai metode optimasi pakan ikan lele ini karena kemampuan IWO-SC yang mengadopsi perilaku semak-semak di alam liar yang selalu mampu bertahan walaupun tetap berusaha dimusnahkan oleh manusia. Artinya sifat semak-semak yang mampu mencari posisi tempat tinggal yang optimal sangatlah cocok diterapkan untuk mencari posisi (dalam hal ini dapat disebut sebagai komposisi) pakan ikan sehingga didapatkan kombinasi yang tepat antara kandungan gizi dan harga yang efisien. Beberapa keuntungan yang akan didapat dalam menggunakan metode ini adalah : algoritma IWO-SC akan dapat meminimalkan waktu komputasi jika dibandingkan menggunakan cara manual, kesalahan perhitungan secara manual pun akan dapat diminimalkan.

2. ALGORITMA IWO-SC

IWO-SC diperkenalkan oleh muliantara dkk yang dikembangkan dari metode Multiobjective optimization with Invasive Weed Optimization (IWO-MO) yang secara khusus digunakan untuk memecahkan permasalahan ganda. IWO-SC sendiri adalah merupakan algoritma evolusi yang terinspirasi oleh kelakuan koloni semak-semak (*weed*) yang *selalu menang*. Semakin keras usaha manusia untuk menyingkirkannya, maka semakin baik semak-semak itu bertahan hidup.

Adapun algoritma yang digunakan pada IWO-SC adalah sebagai berikut :

1. melakukan fitness terhadap sejumlah np individu pada populasi
2. melakukan perankingan terhadap populasi menggunakan *Fuzzy Sort*
3. penentuan jumlah benih berdasarkan pada nilai fitness tiap individu menggunakan perumusan sebagai berikut

$$Seeds_i = floor \left(S_{min} + (S_{max} - S_{min}) * \left(\frac{np - rank_i}{np} \right) \right)$$

Dimana :

$Seeds_i$ = benih ke-i dengan $\{i | 0 < i \leq np\}$

S_{min} = jumlah benih minimum

S_{max} = jumlah benih maksimum

np = jumlah individu pada populasi

$rank_i$ = ranking benih ke-i

4. Benih yang sudah dibuat kemudian akan disebar secara acak menggunakan distribusi

normal dengan mean sama dengan nol. Penentuan standar deviasi distribusi didapatkan menggunakan perumusan sebagai berikut

$$\sigma_{iter} = \frac{(iter_{max} - iter)^n * \sigma_{initial} - \sigma_{final}}{(iter_{max})^n} + \sigma_{final}$$

Dimana :

σ_{iter} = standar deviasi distribusi pada individu ke-iter

$\sigma_{initial}$ = inisialisasi standar deviasi

σ_{final} = inisialisasi standar deviasi

$iter_{max}$ = jumlah iterasi maksimal

$iter$ = nilai iterasi saat ini

n = nonlinear modulation index (pada IWO-MO $n=1$)

Proses ini akan menjamin kemungkinan jatuhnya benih selalu berkurang secara non linear pada area disekitar induknya. Sehingga menghasilkan group suatu individu.

5. saat populasi mencapai jumlah maksimum, maka proses eliminasi akan dilakukan menggunakan subtractive clustering serta memilih sejumlah P_{max} individu yang diperbolehkan untuk bertahan.

Proses 1 sampai dengan proses 5 tersebut dilakukan berulang-ulang sampai *stopping criterion* tercapai.

flowchart metode IWO-SC dapat dilihat pada Gambar 1.

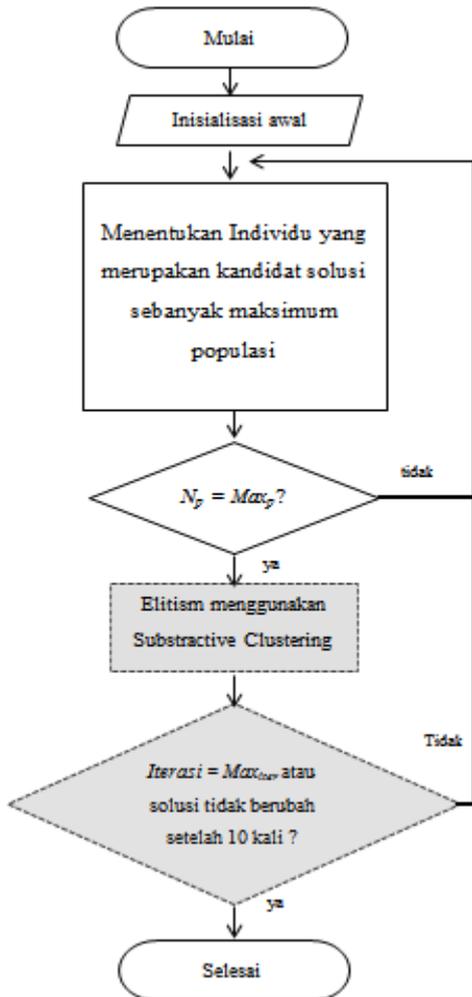
Pada proses (ii) *Menentukan Individu yang merupakan kandidat solusi sebanyak maksimum populasi* dijabarkan menjadi beberapa sub proses sehingga keseluruhan proses akan berurutan sebagai berikut :

- (i) inisialisasi awal,
- (ii) perhitungan fitness dari np individu,
- (iii) Perankingan menggunakan fuzzy dominance based sorting,
- (iv) perhitungan jumlah benih yang dapat diproduksi oleh tiap individu,
- (v) penyebaran benih secara acak dengan menggunakan distribusi normal,

Saat individu mencapai jumlah maksimum, dilakukan proses *prunning*) menggunakan *subtractive clustering*.

3. DESAIN SISTEM

Di penelitian ini, langkah-langkah yang dilakukan adalah (i) penentuan fungsi objective, (ii) desain algoritma, (iii) implementasi algoritma, (iv) uji coba, dan



Gambar 1. Metode IWO-SC

(vi) evaluasi. Alur metodologi penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Alur Desain Sistem

PENENTUAN FUNGSI OBJECTIVE

Seperti yang telah disampaikan pada sub bab F.2 bahwa pakan lele dumbo yang baik adalah sebagai berikut :

Tabel 1. Persyaratan Nutrisi Pakan Lele Dumbo

Jenis	Satuan			
	(as feed)	Benih	Pembesaran	Induk
Kadarprotein	%	35-48	34-37	32-38
Kadarlemak	%	5-20	5-20	5-20
Kadarkarbohidrat	%	3-13	3-13	3-13
Kadarserat	%	4-6	4-8	4-8

(Sumber Iuh kesuma dkk, 2011)

Maka dapat ditentukan fungsi objektif untuk beberapa usia lele adalah sebagai berikut:

a. Untuk pembenihan

Fungsi kandungan pakan ikan lele adalah sebagai berikut :

$$F1(x) = 0.48x_1 + 0.20x_2 + 0.13x_3 + 0.06x_4$$

dimana :

- x₁: jumlah pakan dengan kandungan protein per kg
- x₂: jumlah pakan dengan kandungan lemak per kg
- x₃: jumlah pakan dengan kandungan karbohidrat per kg
- x₄: jumlah pakan dengan kandungan serat per kg

b. Untuk pembesaran

$$F1(x) = 0.37x_1 + 0.20x_2 + 0.13x_3 + 0.08x_4$$

dimana :

- x₁: jumlah pakan dengan kandungan protein per kg
- x₂: jumlah pakan dengan kandungan kadar lemak per kg
- x₃: jumlah pakan dengan kandungan karbohidrat per kg
- x₄: jumlah pakan dengan kandungan serat per kg

c. Untuk indukan

$$F1(x) = 0.38x_1 + 0.20x_2 + 0.13x_3 + 0.08x_4$$

dimana :

- x₁: jumlah pakan dengan kandungan protein per kg
- x₂: jumlah pakan dengan kandungan lemak per kg

- x₃: jumlah pakan dengan kandungan karbohidrat per kg
- x₄: jumlah pakan dengan kandungan serat per kg

d. berdasarkan hasil survey yang dilaksanakan, didapatkan beberapa harga untuk pakan ikan lele, sebagai berikut :

- protein (bekatul) :1500/kg --150.000/kw
- lemak(ayammati) :1500/kg --150.000/kw
- karbohidrat (jagung giling): 1500/kg --150.000/kw
- serat (ampas tahu) : 150/kg --15.000/kw

sehingga total biaya pembuatan pakan adalah Rp 4.650/kg atau Rp 465.000/kwintal. Untuk itu fungsi biaya yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$F2(x) = 1500 x_1 + 1500 x_2 + 1500 x_3 + 150x_4$$

dimana :

- x₁ : jumlah pakan dengan kandungan protein
- x₂ : jumlah pakan dengan kandungan lemak
- x₃ : jumlah pakan dengan kandungan karbohidrat
- x₄ : jumlah pakan dengan kandungan serat

fungsi biaya yang digunakan adalah sama untuk ketiga proses, karena harga pakan ikan lele adalah tidak terpengaruh pada proses pembenihan atau pembesaran maupun indukan.

e. Konstrai yang akan digunakan dalam membatasi jumlah pakan adalah tidak boleh lebih dari 1Kg atau < 1Kg. sehingga fungsi konstrainya adalah

$$1 \geq x_1 + x_2 + x_3 + x_4$$

dimana :

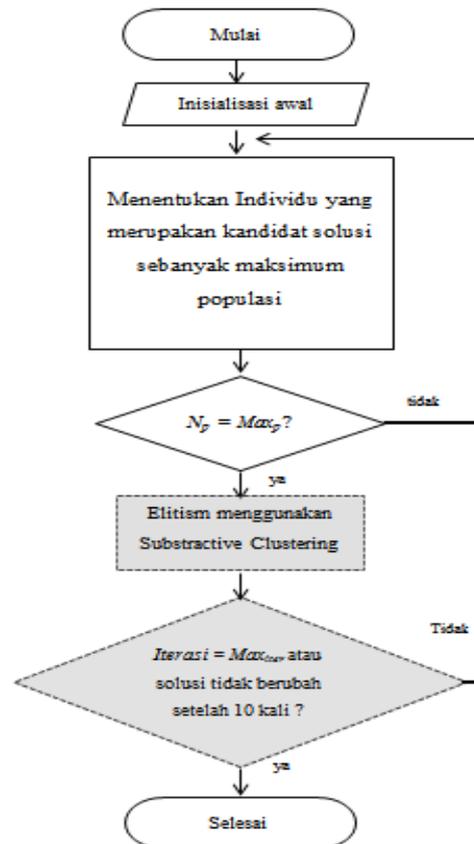
- x₁ : jumlah pakan dengan kandungan protein
- x₂ : jumlah pakan dengan kandungan lemak
- x₃ : jumlah pakan dengan kandungan karbohidrat
- x₄ : jumlahpakan dengan kandungan serat

kombinasi dari ketiga fungsi objektif inilah yang akan digunakan untuk menentukan berapa banyak komposisi pakan lele agar optimal (murah namun dengan kandungan gizi yang baik dan tidak lebih dari 100Kg/1 kwintal). Berat maksimal yang diijinkan oleh system adalah 100Kg dengan pertimbangan jumlah pakan yang dijual dipasaran adalah dalam satuan kwintal. Sehingga hal ini akan memudahkan peternak dalm menentukan

jumlah yang akandigunakan dalam peternakannya.

MODUL PADA IWO-SC

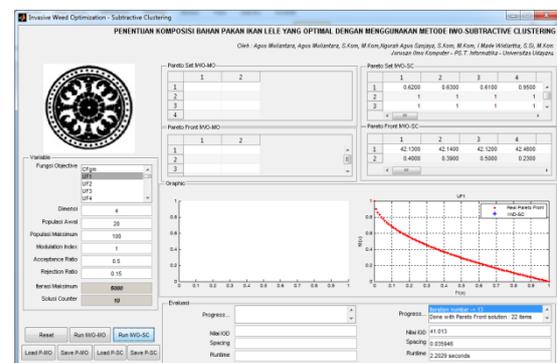
Untuk desain sistem, seperti yang telah dijelaskan pada sub bab 3, dimana flowchart yang akan digunakan pada penelitian ini adalah tampak pada Gambar 4.



Gambar 4. Flowchart system

DESAIN ANTAR MUKA

Adapun desain antar muka yang di gunakan adalah sebagai berikut :



Gambar 3. Antar muka program

4. UJICOPA

Uji coba dilakukan dengan cara melakukan beberapa kali perhitungan. Dari masing-masing percobaan akan dicari nilai rata-rata solusi sehingga itulah yang akan digunakan sebagai solusi akhir. Adapun data percobaan yang dilakukan adalah tampak pada Tabel 2

Tabel 2. Data Hasil Percobaan

No.	Komposisi Pakan (%)				Harga pakan (Rp)				Efisiensi harga
	Protein	lemak	karbohidrat	serat	Protein	lemak	karbohidrat	serat	
1	0.44	0.10	0.08	0.38	1,246	300	225	108	987
2	0.44	0.17	0.32	0.07	1,393	539	1,025	21	1,411
3	0.42	0.10	0.27	0.22	1,375	312	875	72	1,205
4	0.32	0.27	0.18	0.22	766	633	433	53	1,199
5	0.32	0.22	0.08	0.38	1,113	757	277	134	981
6	0.36	0.22	0.12	0.30	1,295	764	408	108	1,089
7	0.31	0.18	0.23	0.27	1,100	644	821	94	1,139
8	0.35	0.24	0.30	0.11	1,339	912	1,161	43	1,350
9	0.32	0.11	0.31	0.25	766	265	738	60	1,160
10	0.36	0.31	0.09	0.23	1,449	1,240	363	92	1,188
11	0.35	0.08	0.19	0.38	896	205	481	98	985
12	0.33	0.26	0.17	0.24	1,076	847	556	78	1,176
13	0.37	0.34	0.05	0.24	1,440	1,332	193	93	1,177
14	0.30	0.12	0.29	0.29	1,342	519	1,257	128	1,106
15	0.30	0.08	0.19	0.43	959	269	591	136	922
16	0.33	0.15	0.13	0.39	1,001	443	394	119	969
17	0.32	0.17	0.20	0.31	1,417	752	884	139	1,077
18	0.52	0.18	0.16	0.14	1,233	437	373	33	1,311
19	0.33	0.34	0.25	0.07	1,117	1,141	844	23	1,405
20	0.40	0.08	0.42	0.10	1,417	289	1,498	34	1,371
21	0.40	0.08	0.35	0.17	1,475	291	1,322	64	1,267
22	0.39	0.12	0.24	0.25	1,164	367	721	76	1,158
23	0.32	0.10	0.20	0.38	1,126	356	690	131	993
24	0.33	0.26	0.17	0.24	563	453	293	42	1,172
25	0.38	0.10	0.20	0.32	1,415	385	742	121	1,064
26	0.34	0.07	0.29	0.30	1,186	264	1,023	106	1,094
27	0.39	0.35	0.09	0.17	1,354	1,205	303	57	1,275
28	0.33	0.14	0.26	0.28	914	376	719	76	1,129
29	0.41	0.19	0.21	0.19	1,339	628	709	62	1,245
30	0.37	0.16	0.37	0.10	1,041	467	1,058	28	1,367
rata-rata	0.36	0.18	0.21	0.25	1,177	580	699	81	1,166

5. ANALISA HASIL

Berdasarkan hasil percobaan didapatkan 30 nilai yang berbeda-beda. Masing-masing nilai disebut sebagai pareto front. Solusi akhir pada kasus multi objective adalah jamak. Sehingga semua nilai yang diberikan adalah merupakan solusi. Namun apabila ingin dicapai solusi yang lebih baik. Constrain yang digunakan haruslah diterapkan pada solusi tersebut. Sehingga dengan menggunakan constraint harga pakan tertinggi adalah Rp 1200,00 per Kg maka solusi akhir akan menjadi lebih sedikit yaitu tampak pada Tabel 3 berikut.

Berdasarkan Tabel 3 ini, maka peternak bisa menggunakan salah satu kombinasi komposisi pakan lele yang ada. Dimana pada kasus ini, dibatasi harga maksimum untuk sebuah pakan lele adalah Rp 1.200,00 per Kg.

Tabel 3 Pruning Pareto Front

No.	Komposisi Pakan				Harga pakan				Efisiensi harga
	Protein	lemak	karbohidrat	serat	Protein	lemak	karbohidrat	serat	
1	0.30	0.08	0.19	0.43	959	269	591	136	922
2	0.33	0.15	0.13	0.39	1,001	443	394	119	969
3	0.32	0.22	0.08	0.38	1,113	757	277	134	981
4	0.35	0.08	0.19	0.38	896	205	481	98	985
5	0.44	0.10	0.08	0.38	1,246	300	225	108	987
6	0.32	0.10	0.20	0.38	1,126	356	690	131	993
7	0.38	0.10	0.20	0.32	1,415	385	742	121	1,064
8	0.32	0.17	0.20	0.31	1,417	752	884	139	1,077
9	0.36	0.22	0.12	0.30	1,295	764	408	108	1,089
10	0.34	0.07	0.29	0.30	1,186	264	1,023	106	1,094
11	0.30	0.12	0.29	0.29	1,342	519	1,257	128	1,106
12	0.33	0.14	0.26	0.28	914	376	719	76	1,129
13	0.31	0.18	0.23	0.27	1,100	644	821	94	1,139
14	0.39	0.12	0.24	0.25	1,164	367	721	76	1,158
15	0.32	0.11	0.31	0.25	766	265	738	60	1,160
16	0.33	0.26	0.17	0.24	563	453	293	42	1,172
17	0.33	0.26	0.17	0.24	1,076	847	556	78	1,176
18	0.37	0.34	0.05	0.24	1,440	1,332	193	93	1,177
19	0.36	0.31	0.09	0.23	1,449	1,240	363	92	1,188
20	0.32	0.27	0.18	0.22	766	633	433	53	1,199

6. SIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilaksanakan, dapat disimpulkan hal-hal berikut :

1. Penerapan metode IWO-SC dapat digunakan pada kasus penentuan komposisi pakan ikan lele yang optimal
2. Parameter yang digunakan pada system ini yaitu jumlah dimensi : 4, populasi awal : 20, populasi maksimum : 100, modulation indeks : 1, acceptance ration: 0.5, rejection ratio : 0.15 dengan iterasi maksimum : 5000, solusi counter : 10 menghasilkan efisiensi biaya pakan menjadi sebesar Rp 922,00 /Kg.

7. DAFTAR PUSTAKA

Afrianto, E., Liviawaty, E. *Pakan Ikan*, Yogyakarta: Kanisius, 2005

Luh Kesuma Dewi Wardhani, M. Safrizal, Achmad Chairi. 2011. *Optimasi Komposisi pakan ikan air tawar menggunakan metode multi-objective genetic algorithm*, seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi 2011, Yogyakarta, 17-18 Juni 2011

Muliantara, Agus, Agus Zainal Arifin, Anny Yuniarti, *Optimasi Tujuan ganda menggunakan algoritma IWO-Subtractive Clustering*, Seminar Nasional Pasca Sarjana XI, Surabaya, 2011

Zitzler, Eckart, Marco Laumanns, and Stefan Bleuler. "A tutorial on Evolutionary Multiobjective Optimization." Zurich Switzerland, n.d