

Penentuan Kualitas Air untuk Perkembangan Ikan Lele Sangkuriang Menggunakan Metode *Fuzzy SAW*

Dony M Sihotang¹

Abstract—The purpose of this paper is to implement Fuzzy Simple Additive Weighting (F-SAW) method in determination of water quality for the development of Sangkuriang catfish, using six criteria, i.e. temperature, pH, DO, brightness, plankton, and odor, using 15 alternatives (pool). There are two test scenarios that have been done in this research to obtain system accuracy level, which are: 1) result of system compared with assessment from an expert; and 2) the results of the system compared with assumption of the study that the alternative with the best data should be ranked first and the alternative with the worst data should be rated last. The results obtained from the first scenario shows the level of accuracy is 87%, while the results obtained from the second scenario shows 100% accuracy rate.

Intisari—Tujuan dari makalah ini adalah untuk mengimplementasikan metode *Fuzzy Simple Additive Weighting (F-SAW)* dalam penentuan kualitas air untuk perkembangan ikan lele Sangkuriang, dengan menggunakan enam kriteria, yaitu suhu, pH, DO, kecerahan, kadar plankton, dan bau, dengan menggunakan 15 alternatif (kolam). Terdapat dua skenario pengujian yang telah dilakukan dalam makalah ini untuk memperoleh tingkat akurasi sistem, yaitu: 1) hasil sistem dibandingkan dengan penilaian dari seorang pakar; dan 2) hasil sistem dibandingkan dengan asumsi bahwa alternatif dengan data terbaik harus mendapat peringkat pertama dan alternatif dengan data terburuk harus mendapat peringkat terakhir. Hasil yang diperoleh dari skenario pertama menunjukkan tingkat akurasi mencapai 87%, sedangkan hasil yang diperoleh dari skenario kedua menunjukkan tingkat akurasi mencapai 100%.

Kata Kunci—Kualitas air, ikan lele Sangkuriang, Sistem Pendukung Keputusan, F-SAW.

I. PENDAHULUAN

Ikan lele merupakan salah satu jenis ikan air tawar yang saat ini sudah banyak dikonsumsi masyarakat. Selain untuk konsumsi lokal, lele telah mulai diekspor dan permintaannya cukup besar. Tingkat kenaikan produksi konsumsi lele secara nasional kenaikannya sebesar 18,3% per tahun [1].

Untuk wilayah Provinsi Nusa Tenggara Timur (NTT), tingkat kebutuhan benih ikan lele juga meningkat pesat. Pada tahun 1999 dibutuhkan 156 juta ekor, pada tahun 2009 dibutuhkan 360 juta ekor, hingga pada akhir tahun 2019 diperkirakan akan dibutuhkan 1,9 milyar ekor, atau meningkat 46% per tahun [2].

Desa Noekele adalah salah satu desa dengan kelompok tani di Kabupaten Kupang, NTT, sehingga menjadi sasaran bagi

pemerintah daerah untuk budi daya ikan lele. Menurut para pembudidaya ikan lele di Balai Benih Ikan Sentral (BBIS) Noekele–Kupang, setidaknya dibutuhkan waktu tiga bulan untuk dapat memastikan benih ikan lele dapat berkembang biak menjadi lele dewasa dan siap diproduksi.

Air merupakan komponen atau media yang penting bagi kehidupan ikan. Hubungan antara kualitas air dengan tingkat produksi ikan dapat diukur dengan parameter-parameter seperti suhu, salinitas, warna, plankton, kadar oksigen, tingkat pH, karbondioksida, amonia, dan hidrogen sulfida [3]. Tentunya setiap parameter tersebut mempunyai standar ukuran kelayakan untuk setiap jenis ikan dan air serta peran setiap parameter dalam meningkatkan kualitas air.

Berbagai penelitian dalam domain kualitas air untuk perikanan telah banyak dilakukan dengan berbagai macam permasalahan dan metode penyelesaiannya. Salah satu cara mengukur kualitas air untuk budidaya ikan lele adalah dengan membangun teknologi probiotik dan membandingkan dengan kondisi nonprobiotik dengan memperhatikan parameter kualitas air, yaitu suhu, oksigen, PH, dan amonia [4]. Kelayakan yang dipakai untuk suhu adalah 27-30°C, O₂ adalah > 5 mg/L, pH adalah 6,5-8,5, dan amonia adalah 0,2 ppm. Pendekatan lain yang dapat digunakan dalam menyelesaikan persoalan manajemen kualitas air untuk perikanan adalah menggunakan aplikasi Sistem Pendukung Keputusan (SPK) [5].

Terdapat banyak metode dalam SPK, tetapi metode *Simple Additive Weighting (SAW)* merupakan algoritme yang paling banyak digunakan dalam sistem pendukung keputusan [6]. Metode SAW adalah metode konvensional dalam SPK yang tidak dapat mengatasi masalah ketidakpastian. Padahal dalam penentuan kualitas air, terdapat juga parameter-parameter yang bersifat tidak pasti (*uncertainty*) seperti kecerahan dan bau. Untuk mengatasi masalah-masalah yang tidak pasti tersebut, dapat digunakan konsep logika *fuzzy* [7].

II. METODE YANG DIUSULKAN

Teori himpunan *fuzzy* dapat digunakan untuk merepresentasikan masalah ketidakpastian. Sebuah bilangan *fuzzy* biasa memiliki himpunan *fuzzy* yang ditandai dengan pemberian interval dari 0 sampai 1 [8]. *Fuzzy SAW (F-SAW)* merupakan penggabungan metode SAW dengan logika matematika *fuzzy*. Perbedaannya dengan SAW adalah implementasi nilai pada matriks perbandingan, yakni diwakili oleh tiga variabel (a , b , c) yang disebut *Triangular Fuzzy Numbers (TFN)*. Hal ini berarti nilai yang ditemukan bukan satu melainkan tiga, sesuai dengan fungsi keanggotaan segitiga yang meliputi tiga bobot berurutan [9].

Secara umum, prosedur F-SAW mengikuti langkah-langkah sebagai berikut [10].

¹Dosen, Jurusan Ilmu Komputer Universitas Nusa Cendana, Jl. Adisucipto Penfui Undana, Kota Kupang, Nusa Tenggara Timur, INDONESIA (telp: 0380-881597; fax: 0380-881597; e-mail: dmsihotang99@gmail.com)

- a. Membuat matriks keputusan (kriteria terhadap alternatif) untuk semua kriteria yang nilainya berupa bilangan *fuzzy*.
- b. Untuk dapat memperoleh nilai pada setiap kriteria maka dibuat fungsi keanggotaan *fuzzy* untuk mengklasifikasi nilai setiap kriteria. Fungsi keanggotaan *fuzzy* berdasarkan persamaan kurva trapesium [11].
- c. Menghitung nilai rata-rata dari bilangan *fuzzy*, nilai *defuzzification*, dan bobot ternormalisasi setiap kriteria.

$$A_{jk} = \frac{(f_{j1}^k + f_{j2}^k + \dots + f_{jn}^k)}{n}; j = 1, 2, \dots, m; k = 1, 2, \dots, n \quad (1)$$

dengan:

A_{jk} = nilai rata-rata dari bilangan *fuzzy*,
 f_{jn}^k = bilangan *fuzzy* untuk setiap kriteria pada setiap alternatif,
 n = jumlah bilangan pada TFN (*Triangular Fuzzy Numbers*).

$$e = \frac{(a+b+c)}{3} \quad (2)$$

dengan:

e = nilai defuzzifikasi,
 a = bilangan *fuzzy* terkecil,
 b = bilangan *fuzzy* tengah,
 c = bilangan *fuzzy* terbesar.

$$W_i = \frac{e_i}{\sum_{i=1}^n e} \quad (3)$$

dengan:

W_i = bobot untuk kriteria ke- i ,
 e_i = nilai *defuzzification* kriteria ke- i ,
 $\sum_{i=1}^n e_i$ = total nilai defuzzifikasi setiap kriteria.

- d. Menentukan *rating* kecocokan dari setiap nilai terhadap setiap kriteria dalam setiap alternatif.
- e. Menghitung nilai rata-rata dari angka *fuzzy* (A_{jk}), nilai *defuzzification* (e) dari setiap kriteria dalam setiap alternatif.
- f. Membuat matriks keputusan untuk semua alternatif dan kriteria.

$$r_{ij} = \begin{cases} \frac{x_{ij}}{\text{MAX}_i(x_{ij})} \\ \frac{\text{MIN}_i(x_{ij})}{x_{ij}} \end{cases} \quad (4)$$

dengan:

r_{ij} = *rating* kinerja matriks ternormalisasi,
 x_{ij} = nilai alternatif terhadap kriteria, i = alternatif, j = kriteria,
 $\text{MAX}(x_{ij})$ = nilai terbesar dari alternatif i terhadap kriteria j ,
 $\text{MIN}(x_{ij})$ = nilai terkecil dari alternatif i terhadap kriteria j .

- g. Membuat matriks ternormalisasi dari setiap kriteria terhadap setiap alternatif.

$$N = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1j} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ r_{i1} & r_{i2} & \dots & r_{ij} \end{bmatrix}$$

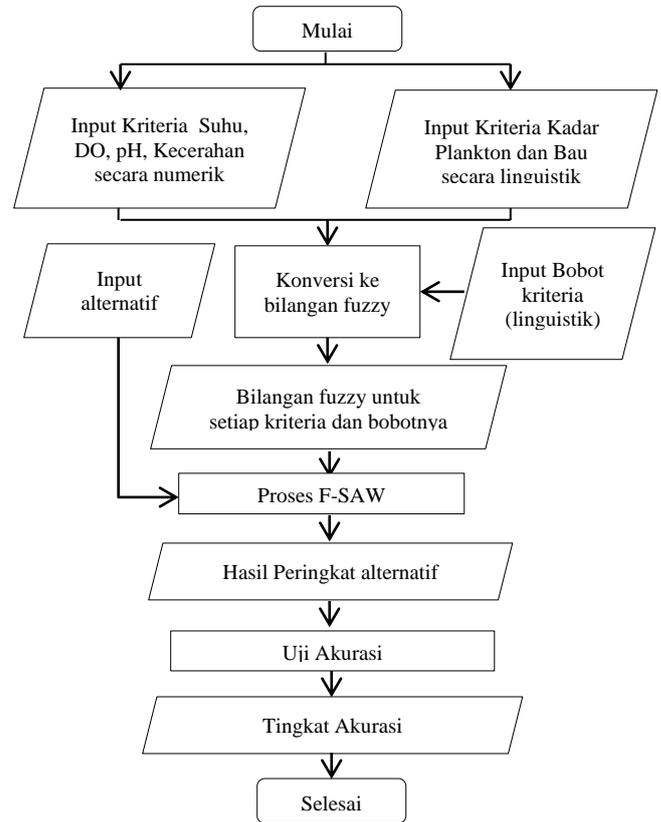
dengan:

N = matriks ternormalisasi.

- h. Menentukan total nilai dari setiap alternatif.

$$V_i = \sum_{j=1}^n w_j \cdot r_{ij} \quad (5)$$

Nilai V_i yang lebih besar mengidentifikasi bahwa alternatif A_i lebih terpilih.



Gbr. 1 Metodologi penelitian.

Ikan lele Sangkuriang adalah jenis ikan lele yang diperkenalkan oleh Balai Besar Pengembangan Budidaya Air Tawar (BBPBAT) Sukabumi pada tahun 2004. Ikan lele Sangkuriang merupakan hasil perbaikan genetik melalui cara silang balik (*backcross*) antara induk betina generasi kedua (F2) dari lele Dumbo yang pertama kali didatangkan pada tahun 1985 dengan induk jantan lele Dumbo generasi keenam (F6). Perkawinan dilakukan melalui dua tahap, pertama mengawinkan indukan betina F2 dengan indukan jantan F2, sehingga dihasilkan lele Dumbo jantan F2-6. Tahap kedua yaitu lele Dumbo F2-6 jantan dikawinkan lagi dengan indukan F2 sehingga menghasilkan ikan lele Sangkuriang. Lamanya proses perkawinan ini mengakibatkan ikan lele Sangkuriang baru diperoleh setelah empat tahun penyilangan [12].

Dalam hal pembudidayaan ikan lele, pelaku usaha atau pembudidaya ikan lele harus jeli dan harus tepat dalam menentukan jenis air untuk budidaya ikan lele. Air yang dapat

digunakan untuk budidaya ikan lele sendiri harus memiliki suhu antara 25-32 derajat, DO/kadar oksigen lebih besar 5mg/L, warna/kecerahan, debit air, kadar plankton, dan pH yang layak untuk perkembangan hidup ikan lele [13].

III. METODOLOGI

Telah dilakukan beberapa tahapan atau langkah kerja dalam penelitian ini, seperti persiapan data, konversi ke nilai fuzzy, proses F-SAW, dan pengujian.

Gbr. 1 menunjukkan proses penelitian dimulai dari memasukkan data alternatif dan kriteria. Tabel I menyajikan fungsi keanggotaan setiap kriteria, sedangkan Tabel II menunjukkan hasil pengukuran terhadap suhu, DO, pH, dan kecerahan, serta hasil penilaian terhadap kadar plankton dan bau yang digunakan sebagai masukan ke sistem. Proses selanjutnya adalah melakukan konversi nilai setiap kriteria tersebut menjadi bilangan fuzzy berdasarkan fungsi keanggotaannya.

TABEL I
FUNGSI KEANGGOTAAN SETIAP KRITERIA

Fungsi keanggotaan suhu	$\mu_{suhu}(x) = \begin{cases} 1, & 25 \leq x \leq 32 \\ 0, & x < 22 \text{ atau } x > 35 \\ \frac{x-22}{25-22}, & 22 \leq x \leq 25 \\ \frac{35-x}{35-32}, & 32 \leq x \leq 35 \end{cases}$
Fungsi keanggotaan DO	$\mu_{DO}(x) = \begin{cases} 1, & 4 \leq x \leq 8 \\ 0, & x < 3 \text{ atau } x > 9 \\ \frac{x-3}{1}, & 3 \leq x \leq 4 \\ \frac{9-x}{1}, & 8 \leq x \leq 9 \end{cases}$
Fungsi keanggotaan pH	$\mu_{pH}(x) = \begin{cases} 1, & 7 \leq x \leq 8 \\ 0, & x \geq 9 \text{ atau } x \leq 6 \\ \frac{x-6}{1}, & 6 \leq x \leq 7 \\ \frac{9-x}{1}, & 8 \leq x \leq 9 \end{cases}$
Fungsi keanggotaan kecerahan	$\mu_{kecerahan}(x) = \begin{cases} 1, & 30 \leq x \leq 45 \\ 0, & x \geq 60 \text{ atau } x \leq 15 \\ \frac{x-15}{15}, & 15 \leq x \leq 30 \\ \frac{60-x}{60-45}, & 45 \leq x \leq 60 \end{cases}$
Fungsi keanggotaan kadar plankton	
Fungsi keanggotaan bau	

Nilai μ dari setiap kriteria digunakan sebagai elemen dari matriks keputusan (X). Matriks keputusan (X) kemudian dinormalisasi. Di sisi lain, pengambil keputusan juga memberi bobot preferensi (W) terhadap semua kriteria secara linguistik.

Bobot tersebut juga akan dikonversi ke bilangan fuzzy dengan menggunakan fungsi keanggotaan seperti pada kriteria bau dalam Tabel I.

Setelah terbentuk matriks keputusan (X) yang ternormalisasi dan bobot preferensi (W), maka dapat dilakukan proses menentukan ranking dengan menentukan vektor V menggunakan (5).

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Telah dilakukan uji akurasi untuk memastikan bahwa metode F-SAW dapat digunakan pada penentuan kualitas air untuk perkembangan ikan lele Sangkuriang. Untuk mengukur keakurasian sistem, digunakan dua skenario, yaitu membandingkan hasil sistem dengan hasil penilaian pakar dan yang kedua membandingkan hasil sistem dengan asumsi bahwa alternatif dengan data terbaik harus menempati peringkat pertama sedangkan alternatif dengan data terburuk harus menempati peringkat terakhir.

A. Membandingkan Hasil Sistem dengan Hasil Penilaian Pakar

Pemberian peringkat terhadap lima belas wadah diberikan oleh pakar dari Jurusan Perikanan Politeknik Pertanian Kupang, Jhoy Dida, S.Pi. Tabel II menunjukkan hasil perbandingan pemberian peringkat oleh pakar dan pemberian peringkat oleh sistem.

TABEL II
HASIL PERBANDINGAN RANKING OLEH PAKAR DENGAN RANKING OLEH SISTEM

Alter-Natif	Kriteria						Pa-kar	Sis-tem
	Suhu	DO	pH	Plank ton	Kece- rahan	Bau		
Kolam1	28,25	7,85	9,56	ST	30	SB	12	12
Kolam2	28,5	7,42	7,91	T	40	SB	6	6
Kolam3	27	4	7,07	ST	42,5	SB	1	1
Kolam4	29,25	8,15	7,68	ST	41,25	SB	5	4
Kolam5	29,25	8,1	7,52	ST	35,75	SB	4	5
Kolam6	29	7,3	7,65	ST	36,25	B	7	7
Kolam7	28,75	6,7	7,89	ST	46,25	SB	3	3
Kolam8	29,5	7,15	8,04	ST	43,75	SB	2	2
Kolam9	29	7,87	7,75	ST	35,75	B	8	8
Kolam10	27	4,75	7,42	T	38,75	B	9	9
Kolam11	30,5	8,85	7,96	T	39,75	B	13	13
Kolam12	28,75	7,27	7,62	T	34,25	B	10	10
Kolam13	29,25	8,45	7,59	S	36,75	CB	14	14
Kolam14	30,5	7,47	7,66	T	36,75	B	11	11
Kolam15	19,25	1,92	5,25	S	34	CB	15	15

Tabel II menunjukkan kolom 4 dan kolom 5 mendapat peringkat yang berbeda dari sistem dan pakar. Setelah hasil sistem dan hasil pakar diperoleh, maka dapat dilakukan perhitungan nilai akurasi dan nilai misclassification rate sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Akurasi} &= \frac{\text{jumlah kolam yang bernilai sama}}{\text{total jumlah kolam yang diuji}} \times 100\% \\ &= \frac{13}{15} \times 100\% \\ &= 87\%. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{misclassification} &= \frac{\text{jumlah kolom yang bernilai tidak sama}}{\text{total jumlah kolom yang diuji}} \times 100\% \\ &= \frac{2}{15} \times 100\% \\ &= 13\%. \end{aligned}$$

Prediksi kolom dengan proses menentukan *ranking* yang sama antara sistem dengan penilaian pakar pertama yang berhasil diidentifikasi dengan benar hasil uji akurasi adalah sebesar 87% dan nilai *misclassification rate* adalah 13%.

B. Mambandingkan Hasil Sistem dengan Asumsi

Pada tahapan pengujian ini, diasumsikan bahwa alternatif dengan data terbaik harus menempati peringkat pertama sedangkan alternatif dengan data terburuk harus menempati peringkat terakhir. Untuk kepentingan pengujian ini, telah dibangkitkan data untuk setiap kriteria. Data tersebut disajikan pada Tabel III.

TABEL III
DATA SETIAP KRITERIA TERHADAP SETIAP ALTERNATIF

Nama kolom	Kriteria					
	Suhu (°C)	DO (ppm)	pH	kadar plankton (sel/liter)	Bau	Kecerahan (cm)
B1	28,25	7,85	9,56	ST	30	SB
B2	28,5	7,42	7,91	T	40	SB
B3	27	4	7,07	ST	42,5	SB
B4	29,25	8,15	7,68	ST	41,25	SB
B5	29,25	8,1	7,52	ST	35,75	SB
B6	29	7,3	7,6	ST	36,25	B
B7	28,75	6,7	7,89	ST	46,25	SB
B8	29,5	7,15	8,04	ST	43,75	SB
B9	29	7,87	7,75	ST	35,75	B
B10	27	4,75	7,42	T	38,75	B
B11	30,5	8,85	7,96	T	39,75	B
B12	28,75	7,27	7,62	T	34,25	B
B13	29,25	8,45	7,59	T	36,75	C
B14	30,5	7,47	7,66	T	36,75	B
B15	19,25	1,92	5,25	S	34	C

Tabel III menunjukkan data yang paling baik (ideal) ada pada wadah B3 dan yang paling buruk (tidak ideal) ada pada wadah B15, sehingga sesuai dengan hipotesis, wadah B3 harus berada pada peringkat pertama dan wadah 15 harus berada pada peringkat terakhir. Gbr. 2 adalah hasil proses penentuan *ranking* yang diberikan oleh sistem. Berdasarkan hasil uji tersebut, dapat dihitung nilai akurasi dan nilai *misclassification rate* sebagai berikut.

$$\text{Akurasi} = \frac{\text{jumlah kolom yang bernilai sama}}{\text{total jumlah kolom yang diuji}} \times 100\%$$

$$\begin{aligned} &= \frac{15}{15} \times 100\% \\ &= 100\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{misclassification} &= \frac{\text{jumlah kolom yang bernilai tidak sama}}{\text{total jumlah kolom yang diuji}} \times 100\% \\ &= \frac{0}{15} \times 100\% \\ &= 0\% \end{aligned}$$

Ranking	Nama Alternatif	Nilai Preferensi
1	kolam 3	1
2	kolam 8	0.9933333333333335
3	kolam 7	0.9861111111111113
4	kolam 5	0.9833333333333335
5	kolam 4	0.9750000000000002
6	kolam 2	0.9696969696969699
7	kolam 6	0.9696969696969699
8	kolam 9	0.9696969696969699
9	kolam 10	0.9393939393939396
10	kolam 12	0.9393939393939396
11	kolam 14	0.9393939393939396
12	kolam 1	0.8333333333333335
13	kolam 11	0.7977272727272729
14	kolam 13	0.7734848484848486
15	kolam 15	0.3484848484848486

Gbr. 2 Screenshot hasil peringkat oleh sistem.

Gbr. 2 menunjukkan hasil akurasi peringkat oleh sistem adalah 100% dan uji *misclassification rate* adalah 0%.

V. KESIMPULAN

Dari skenario pengujian pertama, diperoleh dua hasil peringkat yang berbeda antara hasil sistem dengan hasil penilaian pakar, sehingga nilai akurasi yang diperoleh adalah 87% dengan nilai *error rate* adalah sebesar 13%.

Sedangkan pada skenario pengujian kedua, diberikan hipotesis awal pada data untuk kemudian dilakukan penentuan *ranking*. Hasil penentuan *ranking* yang diperoleh setelah sistem dijalankan menghasilkan kesamaan proses antara sistem yang dibangun dengan hasil hipotesis yang diberikan, sehingga diperoleh nilai akurasi sebesar 100% dengan *error rate* bernilai 0%.

Sistem pendukung keputusan yang telah dibangun dapat membantu kepala laboratorium untuk mengambil keputusan dalam menentukan wadah air yang berkualitas baik untuk kelangsungan hidup benih ikan lele Sangkuriang dengan kriteria-kriteria yang sudah ditentukan. Berdasarkan tingginya nilai persentase akurasi yang diperoleh, dapat disimpulkan bahwa sistem yang dibangun layak digunakan sebagai sistem penunjang keputusan dalam pemilihan wadah air berkualitas untuk perkembangan ikan lele Sangkuriang.

VI. SARAN

Dalam sistem yang dibangun, nilai *range* untuk kriteria bau dan kadar plankton masih bersifat subjektif karena langsung diberikan oleh kepala laboratorium, dilihat dari hasil pengukuran. Penelitian selanjutnya dapat menggunakan metode-metode ilmiah yang dapat menangani pemberian nilai *range*, sehingga diharapkan sistem mampu memberikan hasil yang lebih akurat.

Penelitian selanjutnya diharapkan dapat memberi tambahan kriteria dalam penyelesaian kasus menentukan wadah air berkualitas.

REFERENSI

- [1] R. Zulkarnain dan T. Susilowati, "Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Bibit Ikan Lele Berkualitas Menggunakan Metode SAW," *Proc. KMSI*, 2015, hal 434-441.
- [2] "Provinsi NTT dalam Angka," Badan Pusat Statistik Provinsi Nusa Tenggara Timur, 2015.
- [3] C.E. Boyd, "Water Quality Management in Aquaculture", Indian Council of Agricultural Research, 1984.
- [4] D. Rachmawati, I. Samidjan, dan H. Setyono, "Manajemen Kualitas Air Media Budidaya Ikan Lele Sangkuriang dengan Teknik Probiotik pada Kolam Terpal di Desa Vokasi Reksosari," *Pena Akuatika*, Vol. 12, No. 1, hal. 24-32, 2015.
- [5] P.S. Leung, "Multiple Criteria Decision Making Applications in Fishery Managementater," *Int. J. Environmental Technology and Management*, Vol. 6, No. 1-2, 2006.
- [6] Adriyendi, "Multi-Attribute Decision Making Using Simple Additive Weighting and Weighted Product in Food Choice," *I.J. Information Engineering and Electronic Business*, Vol. 6, hal. 8-14, 2015.
- [7] D.M. Sihotang, "Perbandingan Metode Skoring dan Metode Fuzzy dalam Penentuan Zona Resiko Malaria di Pulau Flores," *JNTETI.*, Vol. 5, No. 4, hal. 302-308, Nov. 2016.
- [8] W. Wang, "Smallest Confidence Intervals for One Binomial Proportion," *Journal of Statistical Planning and Inference*, Vol. 136, hal. 4293-4306, 2006.
- [9] E. Irfan dan K. Nilsen, "Comparison of Fuzzy AHP and Fuzzy TOPSIS Methods for Facility Location Selection," *International Journal advanced Manufacturing Technology*, Vol. 39, No. 7-8, hal. 783-795, 2008.
- [10] M.K Sagar, P. Jayaswal, dan K. Kushwah, "Exploring Fuzzy SAW Method for Maintenance Strategy Selection Problem of Material Handling Equipment," *International Journal of Current Engineering and Technology*, Vol. 3, No. 2, hal. 600-605, 2013.
- [11] E. Sedyono, A. Setiawan, dan D.R. Keparang, "Fuzzy Simple Additive Weighting Algorithm to Determine Land Suitability for Crop in Minahasa Tenggara," *International Journal of Computer Applications*, Vol. 84, No. 7, hal. 26-29, 2013.
- [12] Muktiani, *Budidaya Lele Sangkuriang dengan Kolam Terpal*, Yogyakarta, Indonesia: Penerbit Pustaka Paru Press, 2011.
- [13] "Volume Produksi Lele," Direktorat Perikanan, 2014.