

OPTIMALISASI KOMBINASI PUPUK UNTUK PERENCANAAN HASIL PANEN PADI MENGGUNAKAN METODE *FUZZY GOAL PROGRAMMING*

(Studi Kasus Pertanian Padi di Kecamatan Genteng, Banyuwangi)

Garnissa Harnum Niluh Narindri, Sobri Abusini

Jurusan Matematika, F.MIPA, Universitas Brawijaya, Malang, Indonesia

Email korespondensi: garnisa.indri@gmail.com

Abstrak. Semakin pesatnya perkembangan jumlah penduduk di Indonesia, berpengaruh pada persediaan beras yang harus ditingkatkan dengan cara pengelolaan pertanian yang baik sehingga diperoleh produksi padi yang tinggi. Oleh karena itu, petani membutuhkan kombinasi takaran pupuk yang tepat seperti *Nitrogen* (N), *Phosphorus* (P), dan *Kalium* (K) untuk memperoleh hasil panen yang tinggi dan meminimalkan biaya pengeluaran untuk pupuk. Model kombinasi pupuk dan manajemen hara dengan toleransi berdasarkan pendekatan Hannan (Chih-Sheng dan Ching-Gung, 1997) dengan dua variabel tingkat pencapaian untuk model *Fuzzy Goal Programming* (FGP) dengan beberapa tujuan, yaitu memaksimalkan hasil panen padi dan meminimalkan biaya pengeluaran pupuk. Tujuan *Fuzzy* dikonversi ke kendala tujuan yang diperoleh dengan menggunakan hubungan nilai fungsi keanggotaan model *fuzzy*. Didapatkan hasil panen padi yang maksimal yaitu sebesar 28083,468 kg/ha dalam empat kali masa panen atau dengan kata lain 7020,867 kg/ha sekali panen dengan biaya pupuk dapat diminimalkan sebesar Rp 267.970,6.

Kata Kunci: *Fuzzy Goal Programming, Fuzzy, kombinasi pupuk.*

1. PENDAHULUAN

Pada sistem pertanian, Pemberian pupuk memegang peranan yang sangat penting untuk memenuhi unsur hara yang diperlukan oleh tanah. Pemberian pupuk yang kurang tepat dapat berakibat buruk bagi hasil panen. Oleh karena itu, petani membutuhkan kombinasi jumlah pemberian pupuk yang tepat seperti *Nitrogen* (N), *Phosphorus* (P), dan *Kalium* (K) untuk memperoleh hasil panen yang tinggi dengan anggaran yang tersedia, selain itu juga untuk meminimalkan biaya pengeluaran untuk pupuk. Salah satu solusi yang diberikan adalah dengan mengkombinasikan jumlah pemberian pupuk yang optimal menggunakan metode *Fuzzy Goal Programming* (Sharma dan Jana, 2009).

Pada penelitian sebelumnya telah dibahas pendekatan *Fuzzy Goal Programming* dalam manajemen hara untuk perencanaan hasil panen padi (Ardiana, 2011). Pada skripsi ini akan diformulasikan model kombinasi pupuk dan manajemen hara dengan toleransi berdasarkan pendekatan Hannan (Chih-Sheng dan Ching-Gung, 1997) untuk model *Fuzzy Goal Programming* (FGP) dengan beberapa tujuan dan kendala. Ketidakjelasan anggaran untuk pupuk dari petani dan hasil panen padi, maka diformulasikan model dengan toleransi berdasarkan model *Fuzzy Goal Programming*. Toleransi dalam hal ini, yaitu batasan penurunan atau kenaikan maksimal atau minimal dari target yang telah ditentukan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menerapkan metode *Fuzzy Goal Programming* dengan toleransi berdasarkan pendekatan Hannan dengan dua variabel tingkat pencapaian pada masalah kombinasi pupuk dalam perencanaan hasil panen padi di Kecamatan Genteng Kabupaten Banyuwangi dan untuk menghasilkan kombinasi pupuk yang optimal dalam perencanaan hasil panen padi di Kecamatan Genteng Kabupaten Banyuwangi digunakan metode *Fuzzy Goal Programming* dengan toleransi berdasarkan pendekatan Hannan dengan dua variabel tingkat pencapaian.

2. METODOLOGI

Untuk mendapatkan solusi yang optimal, yaitu dengan menentukan empat variabel keputusan (X_1, X_2, X_3, X_4) yang menyatakan berat (kg) kombinasi pupuk. Setelah itu, menentukan fungsi tujuan, yaitu untuk memaksimalkan hasil panen padi dan meminimalkan biaya pengeluaran untuk pupuk. Selanjutnya, menentukan fungsi kendala, yaitu syarat batas penggunaan unsur hara dan penggunaan unsur hara pada setiap masa tanam. Setelah ditentukan fungsi tujuan dan kendala maka dapat dilakukan perhitungan model pengelolaan kombinasi pupuk dengan toleransi berdasarkan pendekatan Hannan dan diselesaikan dengan menggunakan *software* LINGO 13. Setelah didapatkan hasilnya, dilakukan analisis hasil dan didapatkan hasil yang paling optimal dalam menyelesaikan masalah kombinasi pupuk.

3. ASUMSI

Batasan-batasan masalah yang menjadi asumsi dasar dalam artikel ini yaitu sebagai berikut.

1. Data yang digunakan adalah data rekomendasi pupuk dari Dinas Pertanian Kabupaten Banyuwangi tahun 2012 berdasarkan hasil uji tanah.
2. Komoditas yang diteliti hanya tanaman padi.
3. Jenis pupuk yang digunakan hanya pupuk anorganik yaitu N-P-K dan campuran dari ketiganya.
4. Model diformulasikan dengan toleransi berdasarkan model *Fuzzy Goal Programming*.
5. Diasumsikan faktor-faktor lain meliputi iklim, irigasi, penggunaan insektisida, dan penyebaran hama bersifat stabil/tetap.
6. Diasumsikan jenis padi tidak berpengaruh pada hasil panen padi.
7. Diasumsikan persediaan pupuk dalam kondisi normal/stabil.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Model Matematika *Fuzzy Goal Programming*

4.1.1 Model Umum *Fuzzy Goal Programming*

Model umum dari *Fuzzy Goal Programming*, yaitu:
diberikan nilai x yang memenuhi

$$\begin{aligned} z_k(x) &\geq b_k, & k = 1, 2, \dots, K_1, \\ z_k(x) &\leq b_k, & k = 1, 2, \dots, K_2 \end{aligned}$$

dengan kendala: $Ax \leq B$
 $x \geq 0$

A adalah koefisien model kendala dan B adalah nilai RHS (*right hand side*).

4.1.2 Model *Fuzzy Goal Programming* Berdasarkan Pendekatan Hannan

Menurut Hannan (1981), dalam pencapaian goal digunakan γ yang didefinisikan sebagai variabel tingkat pencapaian. Variabel γ berlaku untuk mewakili tingkat pencapaian goal secara keseluruhan. Adapun tingkat pencapaian masing-masing goal untuk dua goal dapat ditunjukkan dengan variabel γ_1 dan γ_2 .

Memaksimalkan nilai keanggotaan dirumuskan dengan menggunakan dua variabel sebagai berikut.

Max $w_1\gamma_1 + w_2\gamma_2$
dengan kendala

$$\begin{aligned} \frac{f(\sum_{n=1}^N A_n^1 X_n, \sum_{n=1}^N A_n^2 X_n, \dots, \sum_{n=1}^N A_n^q X_n)}{t_1^l} - \theta_1^+ + \theta_1^- &\geq \frac{Y}{t_1^l} \\ \frac{\sum_{n=1}^N C_n X_n}{t_2^u} + \theta_2^- - \theta_2^+ &\leq \frac{T}{t_2^u} \\ \frac{\sum_{n=1}^N A_n^q X_n + (L^q - \sigma_k)}{\sigma_k} &\geq \gamma_2 \\ \frac{(U^q + \sigma_k) - \sum_{n=1}^N A_n^q X_n}{\sigma_k} &\geq \gamma_2 \\ \frac{X_n \sum_{q=1}^Q A_n^q}{t_1^l} &\geq \frac{Y_p}{t_1^l} \\ \gamma_1 + \theta_k^- - \theta_k^+ &\leq 1 \\ \gamma_2 + \theta_k^- - \theta_k^+ &\leq 1 \\ 0 &\leq \gamma_1 \leq 1 \\ 0 &\leq \gamma_2 \leq 1 \\ x_n, \theta_k^+, \theta_k^- &\geq 0 \\ w_1 + w_2 &= 1 \end{aligned}$$

4.2 Studi Kasus

4.2.1 Model Fungsi Tujuan Fuzzy Goal Programming

Fungsi tujuan yang pertama adalah memaksimalkan hasil panen padi pada setiap musim panen dengan hasil panen sebesar 7000 kg/ha. Petani menggunakan satu pupuk kombinasi untuk satu kali masa tanam. Hasil panen untuk empat pupuk kombinasi adalah sebesar 28000 kg/ha yaitu dalam empat kali masa panen. Toleransi yang digunakan sebesar 350 kg.

Tabel 1. Total kandungan hara tiap kombinasi pupuk

No	Kombinasi pupuk (kg/ha)	Total kandungan hara (kg)		
		N	P	K
1	248 Urea + 40 KCl + 160 Phonska	135,6	24	48
2	248 Urea + 50 KCl + 170 Phonska	137,1	25,5	55,5
3	250 Urea + 30 KCl + 150 Phonska	135	22,5	40,5
4	250 Urea + 50 KCl + 180 Phonska	139,5	27	57

Fungsi tujuan yang kedua adalah meminimalkan biaya pengeluaran untuk pupuk setiap musim tanam padi dari biaya anggaran yang telah direncanakan oleh petani dengan biaya sebesar Rp 900.000. Toleransi yang digunakan adalah Rp 50.000.

Tabel 2. Harga pupuk kombinasi

No	Kombinasi pupuk (kg/ha)	Harga (Rp)	Harga (Rp/kg)
1	248 Urea + 40 KCl + 160 Phonska	902.400	2.014
2	248 Urea + 50 KCl + 170 Phonska	947.400	2.024
3	250 Urea + 30 KCl + 150 Phonska	861.000	2.002
4	250 Urea + 50 KCl + 180 Phonska	974.000	2.029

4.2.2 Model Fungsi Kendala Fuzzy Goal Programming

Fungsi kendala yang pertama adalah kebutuhan unsur hara yang berperan cukup penting dalam produksi padi. Kelebihan atau kekurangan unsur hara dalam kombinasi pupuk akan mengakibatkan dampak negatif pada produksi padi. Jadi diperlukan suatu batas minimal dan batas maksimal dalam pemberian unsur hara dalam kombinasi pupuk

Tabel 3. Syarat batas penggunaan hara

Pupuk	N	P	K
Min	50	30	15
Max	125	45	30

Fungsi kendala yang kedua adalah Penggunaan unsur hara pada setiap masa tanam. Kandungan hara pada setiap pupuk kombinasi ditargetkan untuk memenuhi hasil panen pada tiap masa panen yaitu sebesar 7000 kg/ha. Toleransi yang digunakan adalah 350 kg.

Hasil dari model penyelesaian pengelolaan kombinasi pupuk menggunakan *Software LINGO 13* sebagai berikut.

$$\begin{array}{lll}
 X_1 = 33,72681 = 33,73 & \gamma_2 = 1 & Z_1(x) = 28083,468 \\
 X_2 = 32,50273 = 32,5 & \theta_1^- = 0 & Z_2(x) = 267970,6 \\
 X_3 = 35,33569 = 35,34 & \theta_2^- = 0 & \mu_{Z_1}(x) = 1 \\
 X_4 = 31,29890 = 31,3 & \theta_1^+ = 0 & \mu_{Z_1}(x) = 1 \\
 \gamma_1 = 1 & \theta_2^+ = 0 &
 \end{array}$$

Untuk mendapatkan campuran pupuk kombinasi yang optimal dilakukan dengan cara mencari prosentase setiap pupuknya untuk empat kombinasi pupuk terhadap berat total pupuk dalam satu kombinasinya, yaitu:

Urea

$$= \frac{\text{Urea (Kg)Kombinasi ke-1}}{\text{Kombinasi Total ke-1 (Kg)}} \cdot X_1 + \frac{\text{Urea (Kg)Kombinasi ke-2}}{\text{Kombinasi Total ke-2 (Kg)}} \cdot X_2 + \dots + \frac{\text{Urea (Kg)Kombinasi ke-4}}{\text{Kombinasi Total ke-4 (Kg)}} \cdot X_4$$

$$= 72,74 \text{ kg/ha}$$

$$\text{KCl} = \frac{\text{KCl (Kg)Kombinasi ke-1}}{\text{Kombinasi Total ke-1 (Kg)}} \cdot X_1 + \frac{\text{KCl (Kg)Kombinasi ke-2}}{\text{Kombinasi Total ke-2 (Kg)}} \cdot X_2 + \dots + \frac{\text{KCl (Kg)Kombinasi ke-4}}{\text{Kombinasi Total ke-4 (Kg)}} \cdot X_4$$

$$= 12,21 \text{ kg/ha}$$

Phonska

$$= \frac{\text{Phonska (Kg)Kombinasi ke-1}}{\text{Kombinasi Total ke-1 (Kg)}} \cdot X_1 + \frac{\text{Phonska (Kg)Kombinasi ke-2}}{\text{Kombinasi Total ke-2 (Kg)}} \cdot X_2 + \dots + \frac{\text{Phonska (Kg)Kombinasi ke-4}}{\text{Kombinasi Total ke-4 (Kg)}} \cdot X_4$$

$$= 47,92 \text{ kg/ha}$$

5. KESIMPULAN

Dengan penyelesaian menggunakan pendekatan Hannan pada model *Fuzzy Goal Programming*, hasil panen padi yang dicapai dapat dimaksimalkan, yaitu sebesar 28083,468 kg/ha untuk empat kali masa panen atau sebesar 7020,867 kg/ha sekali masa panen dan biaya pengeluaran untuk pembelian pupuk dapat diminimalkan, yaitu sebesar Rp 267.970,6 dan diperoleh campuran pupuk kombinasi yang optimal adalah Urea 72,74 kg/ha, KCl 12,21 kg/ha, Phonska 47,92 kg/ha.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis berterima kasih kepada Dr. Sobri Abusini, MT., Prof. Dr. Agus Widodo, M.Kes., dan Drs. Imam Nurhadi Purwanto, MT. atas segala bimbingan, saran, dan kesabaran yang telah diberikan selama penulisan artikel ini. Selain itu, penulis sangat berterima kasih kepada Muhammad Sugeng (Bapak) dan Ani Hariyani (Ibu) dan seluruh keluarga besar penulis, serta teman-teman semua atas segala doa, bantuan, dan motivasi yang tidak pernah habis diberikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardiana, W.M., (2011), Pendekatan Fuzzy Goal Programming dalam Manajemen Hara untuk Perencanaan Hasil Panen Padi, *Skripsi*, Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya. Indonesia.
- Chih-Sheng Lee dan Ching-Gung Wen, (1997), Fuzzy Goal Programming Approach for Water Quality Management in A River Basin, *Fuzzy Sets and System*, 89, hal. 181-192.
- Sharma, D.K., dan Jana, R.K., (2009), Fuzzy Goal Programming Based Genetic Algorithm Approach to Nutrient Management for Rice Crop Planning, *International Journal of Production Economics*, 121, hal. 224-232.