

MODEL OPTIMISASI POLA TANAM LAHAN KERING DI KABUPATEN BANDUNG^{*)}

Sudradjat¹⁾, Diah Chaerani²⁾, Asep K. Supriatna³⁾, Setiawan Hadi⁴⁾

Jurusan Matematika FMIPA Universitas Padjadjaran
Jalan Raya Bandung Sumedang KM 21 Jatinangor
e-mail: adjat03@yahoo.com, d.chaerani@unpad.ac.id,
aksupriatna@bdg.centrin.net.id, setiawanhadi@gmail.com

ABSTRAK

Sektor pertanian merupakan sektor dominan ketiga terbesar dalam struktur perekonomian Jawa Barat. Oleh sebab itu pembangunan ekonomi pada sektor pertanian merupakan hal sangat penting dalam meningkatkan pendapatan petani dan mensukseskan pemerataan pembangunan. Upaya yang sudah dijalankan pemerintah kearah itu adalah dengan menerapkan program intensifikasi, ekstensifikasi, diversifikasi dan rehabilitasi.

Paper ini membahas tentang perancangan model optimisasi pola tanam pada lahan kering di Kabupaten Bandung dan dilengkapi perhitungan numerik dengan mengambil sampel penelitian Kecamatan Pangalengan Kabupaten Bandung.

OPTIMIZATION MODEL IN DRY LAND IN BANDUNG DISTRICT

Agriculture sector is the third largest dominant sector to support Jawa Barat economy after industrial sector and trade. Therefore, economic development especially in agriculture sector is very important and mainly designed in order to increase the farmer welfare and to succeed the village development. Several things have been done in order to pursue this purpose such as applying intensification, extensification, diversification and rehabilitation.

This paper discussed about provides some newly obtained results on optimization model in dry land in Bandung district. Finally, we give illustrative examples and their numerical solutions with research sample in Pangalengan Bandung district.

1. Pendahuluan

Sektor sektor pertanian di Indonesia masih merupakan sektor yang banyak ditekuni oleh masyarakat. Hal tersebut dibuktikan dengan besarnya Produk Domestik Bruto yang dihasilkan sektor pertanian. Jawa Barat adalah salah satu kawasan yang masyarakatnya masih hidup dari sektor pertanian. Produk Domestik Bruto Regional Jawa Barat tahun 2001 untuk sektor pertanian tersebut sebesar Rp.30.987.578 juta (16,04%) dan tahun 2002 sebesar Rp. 33.391.149 juta (15,6%) (BPS, 2002). Kontribusi atau peranan nilai PDRB tertinggi dicapai oleh sektor Industri Pengolahan, Perdagangan Hotel dan Restoran dan sektor Pertanian ; masing –masing sebesar 47,76 persen, 20,48 persen dan 11,74 persen. Sedangkan kontribusi paling kecil diberikan oleh sektor Keuangan, Persewaan dan Jasa Perusahaan. (Jabar Dalam Angka 2007)

*) dibiayai oleh dana DIPA Universitas Padjadjaran, sesuai dengan Surat Keputusan Rektor Universitas Padjadjaran NO. 1159/H6.1/Kep/HK/2009, 14 April 2009

Hal ini menunjukkan bahwa pertanian masih memiliki peran yang besar dalam pertumbuhan ekonomi di Jawa Barat. Besarnya nilai Produk Domestik Bruto yang dihasilkan dari sektor pertanian Jawa Barat ternyata sebagian besar disumbangkan oleh sub sektor tanaman pangan sebanyak 78% pada tahun 2001 dan sebesar 75% pada tahun 2002, sedangkan sisanya merupakan sumbangan dari sub sektor tanaman perkebunan, peternakan, kehutanan dan perikanan.

Sektor pertanian merupakan sektor dominan ketiga terbesar dalam struktur perekonomian Jawa Barat, setelah sektor industri dan perdagangan. Oleh sebab itu pembangunan ekonomi pada sektor pertanian merupakan hal sangat penting yang untuk meningkatkan pendapatan petani dan mensukseskan pemerataan pembangunan pedesaan. Upaya yang sudah dijalankan pemerintah kearah itu adalah dengan menerapkan program intensifikasi, ekstensifikasi, diversifikasi dan rehabilitasi. Sektor pertanian terdiri dari Pertanian Tanaman Pangan, Perkebunan, Kehutanan, Peternakan, Perikanan (Jabar dalam angka, 2007)

Secara fisiografis, hampir sebagian besar pulau utama Indonesia memiliki gunung berapi. Kondisi ini memungkinkan beberapa bagian wilayah Indonesia memiliki tanah yang relatif kaya akan unsur hara. Utamanya seperti yg terdapat di hampir semua lokasi di P. Jawa kecuali disisi Selatannya. Sebagian besar wilayah ini didominasi oleh tanah podsolik/latosol/ultisol/regosol, dengan pH sekitar 4-5, kandungan c-organik rendah, memiliki kandungan liat/pasir tinggi dan miskin hara. Tipe jenis tanah tersebut juga tersebar di hampir seluruh wilayah Indonesia, seperti disebagian besar pulau Sumatra, Kalimantan, dan Sulawesi. Untuk tanah Podsolik Merah Kuning saja sebarannya mencapai 47.5 juta ha atau 25% diseluruh Indonesia, (CSAR, 1997). Akan tetapi hasil penelitian Mulyani et al. ,2001 dalam Syahbuddin, Haris. 2002, menunjukkan sesuatu yang memberi harapan cerah. Untuk propinsi Lampung terdapat sekitar 320,000 ha lahan kering potensial untuk pengembangan padi sawah dan palawija. Suatu luasan 1.5 kali lebih besar dari luas lahan sawah potensial di sepanjang jalur pantura Jawa Barat. Dengan perkataan lain teradapat sekitar 75.000 ha lahan kering potensial untuk perluasan areal tanaman baru. Luasan minimal areal potensial ini tentu akan mencapai 3-5 juta ha untuk seluruh wilayah Indonesia. Suatu luasan yg bila dikelola dengan baik serta didukung oleh kontinuitas ketersediaan air akan mampu menghasilkan produk pertanian utamanya padi dan palawija. Hasil yang dapat diperoleh untuk satu kali musim tanam minimal sekitar 6-10 juta ton padi dan sekitar 3-5 juta ton palawija. Ditinjau dari sisi luasannya, lahan kering memberikan

harapan besar untuk dikembangkan dan dari areal tersebut ada yg dapat ditanami 2 kali dalam setahun.

Sistematika paper ini terdiri dari sesi 2 membahas tentang konsep optimisasi dan beberapa pengembangannya, sesi 3 membahas tentang proses pengembangan model optimisasi pola tanam lahan kering di Kabupaten Bandung, sesi 4 implementasi model dan terakhir kesimpulan dan saran.

2. Konsep Optimasi

Dalam tahapan ini dilakukan pendekatan model matematika untuk menentukan optimasi pemanfaatan lahan kering. Secara umum, prinsip utama dalam pemodelan optimisasi adalah menentukan solusi terbaik yang optimal dari suatu tujuan yang dimodelkan melalui suatu fungsi objektif. Dalam hal ini, konsep dan prinsip ekonomis memegang peranan penting sebagai parameter/indikator keberhasilan. Solusi optimal yang dimaksud adalah solusi yang layak untuk diambil sebagai suatu keputusan dan dapat mengatasi semua kendala yang muncul dalam pencapaian fungsi tujuan tersebut. Dalam berbagai bidang, tingkat keuntungan yang maksimal atau tingkat kerugian yang minimal menjadi fungsi tujuan yang ingin dicapai. Sehingga secara alamiah, proses optimisasi sangatlah familiar dengan kehidupan manusia secara umum.

Kondisi optimal akan menjadi suatu tantangan untuk dicapai apabila muncul berbagai kendala yang membatasi pencapaian kondisi optimal tersebut. Dalam kasus khusus seperti pemodelan optimisasi pola tanam pada lahan kering, terdapat variabel keputusan yang tidak diketahui besarnya sebelum kondisi terbaik yang optimal tercapai dengan mengatasi seluruh kendala yang ada.

Model rujukan yang diusulkan dalam proposal ini, adalah model optimisasi *Farm Planning Problem* [Bishop2006] . Dalam model ini, diasumsikan seorang petani yang memiliki sebidang tanah harus membuat suatu keputusan mengenai jenis tanaman apa saja yang harus ditanam pada sebidang tanah tersebut dengan beberapa batasan yang terkait dengan luas area, jumlah pekerja dan keterbatasan air. Tujuan utamanya adalah memaksimalkan keuntungan. Masalah ini secara matematis dapat dimodelkan sebagai model optimisasi linier. Model yang diusulkan oleh Bishop, 2006 akan dimodifikasi dengan memperhatikan kondisi pembatas tambahan selain yang

diusulkan oleh Bishop, yaitu harga jual komoditas dari petani, profil desa/ kecamatan, peta penggunaan lahan.

Metode penyelesaian untuk masalah ini dapat menggunakan metodologi optimisasi yang paling sederhana yaitu pemrograman linear (Dantzig 2002). Langkah-langkah pengembangan model secara grafis dapat dilihat pada Gambar 1 (Sudradjat, 1995).

Prinsip utama dalam pemodelan optimisasi adalah menentukan solusi terbaik yang optimal dari suatu tujuan yang dimodelkan melalui suatu fungsi objektif dan batasan-batasan dalam ruang dari variabel-variabel keputusan, apabila fungsi objektif dan kendala-kendala adalah linier disebut masalah pemograman linier, jika terdapat multi objektif, maka masalah optimasi disebut dengan masalah multi objektif programming Sakawa,1985 [pada Sudradjat 2007].

Beberapa model optimasi pemanfaatan lahan diantaranya *Farm Planning Problem* (Bishop, 2006), yang mengasumsikan seorang petani yang memiliki sebidang tanah harus membuat suatu keputusan mengenai jenis tanaman apa saja yang harus ditanam pada sebidang tanah tersebut dengan beberapa batasan yang terkait dengan luas area, jumlah pekerja dan keterbatasan air, tujuan utamanya adalah memaksimalkan keuntungan dan masalah ini secara matematis dapat dimodelkan sebagai model optimisasi linier. Kastaman, 2007, membahas tentang pemanfaatan lahan kering dengan menggunakan model *Goal programming*. Salim 2004, melakukan penelitian tentang aktivitas agroindustri markisa, dengan melakukan kajian hubungan antara faktor luas lahan, bibit, pupuk dan tenaga kerja. Zulkipli 1997, melakukan kajian tentang pengelolaan lahan hutan di Lampung Barat, dengan memperhatikan aspek-aspek ekonomi, ekologi dan sosial budaya. Model optimasi yang mempelajari permasalahan pengalokasian sumber daya [Sudradjat, 2007, 2007a.] membahas tentang optimasi portofolio dengan menggunakan fuzzy, dan model yang digunakan adalah model pemrograman linier.

3 Proses Pengembangan Model

Kondisi lahan kritis milik masyarakat di Kabupaten Bandung pada tahun 2001 seluas 33.561 hektar yang tersebar di 33 kecamatan. Keberadaan lahan kritis ini telah menyebabkan rusaknya keseimbangan, daya dukung, dan daya tampung lingkungan terutama pada lahan-lahan yang terdapat di daerah-daerah hulu dengan fungsi dengan fungsi daerah resapan air. Sehubungan dengan kondisi tersebut, dari tahun 2001-2006

Pemerintah Daerah Kabupaten Bandung telah mengurangi luas lahan kritis seluas 15.330,60 hektar melalui penanaman tanaman tahunan produktif.

Secara umum sistem pertanian di Kabupaten Bandung merupakan gabungan yang saling mendukung antara pertanian lahan basah (khususnya sawah) dengan lahan kering.

3.1 Formulasi model

Beberapa model optimasi pemanfaatan lahan diantaranya *Farm Planning Problem* [Bishop2006], yang mengasumsikan seorang petani yang memiliki sebidang tanah harus membuat suatu keputusan mengenai jenis tanaman apa saja yang harus ditanam pada sebidang tanah tersebut dengan beberapa batasan yang terkait dengan luas area, jumlah pekerja dan keterbatasan air, tujuan utamanya adalah memaksimalkan keuntungan.

Dengan mengacu pada model Bishop, 2006 dan disesuaikan dengan kondisi di Kabupaten Bandung, formulasi model dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Menentukan variabel keputusan
2. Fungsi tujuan adalah memaksimalkan keuntungan
3. Menentukan batasan-batasan yang terdiri dari luas lahan, tenaga kerja, biaya produksi, curah hujan.

Notasi-notasi yang digunakan dalam proses pengembangan model sebagai berikut:

1. Indek:
 - i komoditas
 - t bulan
2. Parameter yang berhubungan dengan komoditas
 - y_i produksi tanaman i (ton/ha)
 - p_i harga dari tanaman (Rp/ton)
3. Parameter yang berhubungan dengan lahan
 - l_{it} bagian dari bulan t menggunakan lahan
 - L lahan yang tersedia (ha)
4. Parameter tenaga kerja
 - v_{it} tenaga kerja pada bulan t (orang/ha)
 - r^p standar rata-rata upah tenaga kerja (Rp/orang)
 - r^T upah kerja per jam (\$/jam)

h_t jam kerja per bulan (jam/orang)

V^F tenaga kerja yang tersedia (orang)

5. Variabel keputusan

x_i jenis komoditas i yang ditanam (ha)

V^P tenaga kerja tetap (orang)

V_t^T tenaga kerja tidak tetap pada t (jam)

Dari uraian di atas dapat dirumuskan model optimisasi pola tanam lahan kering di Kabupaten Bandung sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{maksimasi } Z &= \sum_i p_i x_i - r^P V^P - r^T \sum_t V_t^T \\ \text{s/t } \sum_i l_{it} x_i &\leq L \quad \forall t \\ \sum_i v_{it} x_i &\leq h_t (V^F + V^P) + V_t^T \quad \forall t \\ x_i &\geq 0 \quad \forall i \\ V^P &\geq 0 \\ V_t^T &\geq 0 \quad \forall t \end{aligned} \tag{P.1}$$

4. Implementasi Model

Model optimisasi pola tanam lahan kering (P.1) di implementasikan pada sampel penelitian di Kecamatan Pangalengan Kabupaten Bandung, dari hasil penelitian dilapangan diperoleh data bahwa lahan pertanian yang ada di Kabupaten Bandung adalah seluas 30.370 Ha., yang terdiri dari lahan sawah seluas seluas 55.847 Ha. dan lahan kering seluas 251.523 Ha., sebagian besar dari lahan tersebut merupakan lahan produktif, meskipun masih ada beberapa bagian yang belum dimanfaatkan secara optimal seperti pada Tabel 1. (DISTANBUNHUT Kabupaten Bandung 2008).

Dari Tabel 1 dilakukan analisis berdasarkan pola tanam (pola tanam 1, pola tanam 2 dan pola tanam 3), Lampiran 1, dan hasil analisis seperti pada Tabel 2. Dari hasil analisis pada Tabel 2 menunjukkan bahwa Pola tanam 1 merupakan pola tanam optimal dengan keuntungan sebesar Rp 412,881,837,000., dengan komoditas Jagung (15,177 ha), Kentang (15,204 ha), Kubis (7,943 ha), Cabe (1,631 ha), Cabe

Rawit1 (767 ha) , Tomat (19,442 ha), Bawang merah (6,940 ha), Wortel (5,982 ha), dan Lobak (6,952 ha), hal ini menunjukkan bahwa pola tanam yang biasa diterapkan saat ini perlu dilakukan modifikasi pola tanam dalam setiap musimnya.

Tabel 1 Komoditas, Luas lahan dan Produksi

No	Komoditas	Luas (Ha)	Produksi (ton)
1	Jagung	13,677	66,402
2	Kedelai	812	1,150
3	Kentang	9,568	231,531
4	Kubis	6,443	268,861
5	Cabe	1,631	29,047
6	Cabe Rawit	567	4,471
7	Tomat	2,652	85,898
8	Bawang Putih	55	958
9	Bawang merah	2,264	24,498
10	Bawang Daun	2,172	37,523
11	Kembang Kol	1,325	36,911
12	Petsai	3,068	73,499
13	Wortel	2,641	76,769
14	Lobak	312	9,786
15	Buncis	812	1,150
16	Kacang merah	812	1,150
17	Kacang Tanah	2,459	3,495
18	Kacang Hijau	56	55
19	Ubi Kayu	11,324	190,073
20	Ubi Jalar	3,211	34,103
	TOTAL	65,861	

Sumber DISTANBUNHUT Kabupaten Bandung 2008

Tabel 2 Hasil Analisis berdasarkan Pola Tanam

Analisis	Keuntungan (Rp)	Keterangan
Sebelum dilakukan Pola Tanam	221,955,773,100	
Pola Tanam 1	412,881,837,000	Pola Tanam Optimal
Pola tanam 2	275,771,042,300	
Pola Tanam 3	328,253,191,500	Pola Tanam Optimal Alternatif

Tabel 5.3 Komoditas, Luas lahan dan Pola Tanam

No	Komoditas	Luas (Ha)	POLA TANAM (Ha)		
			Pola 1	Pola 2	Pola 3
1.	Jagung	13,677	15,177	12,677	13,677
2.	Kedela	812	-	-	-
3	Kentang	9,568	15,204	10,380	10,380
	Kubis	6,443	7,943	17,767	7,768
4	Cabe	1,631	1,631	-	2,198
5	Cabe Rawit	567	1,767	4,517	-
6	Tomat	2,652	19,442	2,652	13,976
7	Bawang Putih	55	-	-	-
8	Bawang merah	2,264	6,940	-	4,491
9	Bawang Daun	2,172	-	-	-
10	Kembang Kol	1,325	-	4,497	-
11	Petsai	3,068	-	-	5,124
12	Wortel	2,641	5,982	6,021	-
13	Lobak	312	6,952	-	1,953
14	Buncis	812	-	4,079	
15	Kacang merah	812	-	3,271	-
16	Kacang Tanah	2,459	-	-	-
17	Kacang Hijau	56	-	-	-
18	Ubi Kayu	11,324	-	-	-
19	Ubi Jalar	3,211	-	-	-
	TOTAL	65,861	65,861	65,861	65,861

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Dari hasil analisis dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Hasil analisis pola tanam optimal adalah pola tanam 1 dengan keuntungan sebesar Rp 412,881,837,000 , hal ini menunjukkan adanya peningkatan keuntungan sebesar Rp 137,110,794,700 jika dibandingkan dengan pola tanam sebelumnya.
2. Pola tanam alternatif lainnya sebagai alternatif dapat dilakukan pola tanam 3.

5.2 Saran

Sebagai penelitian lanjutan dapat saran sebagai berikut:

1. Model optimasi yang digunakan dalam penelitian ini meliputi satu kawasan

pertanian, oleh karena itu perlu adanya sinergi antara satu petani dengan yang lain untuk membentuk kelompok sehingga pola tanam optimal dengan tujuan memaksimalkan keuntungan dapat tercapai.

2. Model yang digunakan hanya menggunakan keuntungan sebagai fungsi tujuan dan yang menjadi kendala adalah tenaga kerja dan lahan, sehingga untuk kasus lain sebenarnya dapat pula dicoba untuk faktor kendala lain disesuaikan dengan kondisi daerah penelitian penggunaan pupuk, kebutuhan air, jenis tanah, ketinggian, curah hujan dan lain-lain.

6. Ucapan Terima Kasih

Tim peneliti juga menyampaikan rasa terimakasih yang sedalam-dalamnya kepada:

1. Ketua LPPM UNPAD beserta seluruh jajarannya, yang memfasilitasi terlaksananya penelitian ini, termasuk pembiayaan Dana DIPA UNPAD.
2. Dekan FMIPA UNPAD beserta stafnya, yang telah memberikan kesempatan untuk melakukan penelitian ini.
3. Ketua Jurusan Matematika FMIPA UNPAD beserta staf, yang mendorong dan memberi bantuan sepenuhnya agar penelitian ini berjalan dengan lancar.
4. Dinas Pertanian, Perkebunan dan Kehutanan Kabupaten Bandung, yang telah memberikan izin dalam pengambilan data.

Daftar Pustaka

- Balai Pusat Statistik (2002) *Jawa Barat Dalam Angka 2002*. Balai Pusat Statistik. Bandung.
- Bishop, J. (2006). *AIMMS, Optimization Modelling*. Paragon Decision Technology The Netherlands.
- Center for Soil and Agroclimate Research (CSAR). 1997. *Statistik Sumberdaya Lahan/Tanah Indonesia*, Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat, Badan Litbang Departemen Pertanian. Jakarta.
- Dantzig G. B.(2002), *Linear programming*, Anniversary Issue (Special), Operations Research © 2002 INFORMS, Vol. 50, No. 1, pp. 42–47.
- Kastaman, Roni, dkk., (2007), *Model optimasi pola tanam pada lahan kering di desa Sarimukti Kecamatan Pasirwangi Kabupaten Garut*, Journal FTIP Vol.1 No.1.

- Sudradjat (2007), *Mathematical Programming Models for Portfolio Selection* Editura
Universității din București, Romania.
- Sudradjat ,S., Popescu, C. and Ghica, M.(2007), *A portfolio selection problem with a
possibilistic approach*, 22ND European Conference on operational research, Prague
July 9-11.
- Sudradjat, (1995), *Pengantar Dasar Analisis dan Perancangan Sistem*, Jurusan TMI,
FT Unjani.
- Syahbuddin, Haris. 2002. Ketersediaan Air dan Pola Tanam pada Lahan Kering
berdasarkan Peluang Kejadian Iklim di Propinsi Lampung. 24 hal. Publikasi dalam
proses.
- Syahbuddin, Haris., Manabu D. Yamanaka, and Eleonora Runtuuwu. 2004. Impact
of Climate Change to Dry Land Water Budget in Indonesia: Observation during
1980-2002 and Simulation for 2010-2039. Graduate School of Science and
Technology. Kobe University. Publication in process.
- Syahbuddin, Haris and Manabu D. Yamanaka. 2005. Water Depletion from Four Soil
Layers in the Tropic. Graduate School of Science and Technology. Kobe
University. 15 pages. Publication in process.

