

Model Pengeluaran Optimum *Cassava* (*Manihot Esculenta Crantz*) melalui Fungsi Pengeluaran *Cobb Douglas* dalam Penghasilan Bioetanol

*The Optimal Production Model of Cassava (Manihot Esculenta Crantz) through
a Cobb Douglas Production Function in the Production of Bioethanol*

Zulkifley Mohamed¹, Ramli Ibrahim dan Saberi Othman
Fakulti Sains dan Matematik
Universiti Pendidikan Sultan Idris
¹Corresponding author e-mail: zulkifley@fsm.ups.edu.my

Abstrak

Artikel ini membincangkan model pengeluaran optimum cassava (*manihot esculenta crantz*) melalui fungsi pengeluaran Cobb Douglas dalam penghasilan bioetanol. Bagi membentuk dan menilai model optimum cassava dalam penghasilan bioetanol, beberapa pembolehubah utama telah berjaya dikenalpasti. Pembolehubah ini termasuklah ruang tanaman, baja dan buruh. Pemilihan model optimum adalah berdasarkan penelitian beberapa rangkaian model pengeluaran. Penggunaan praktikal fungsi pengeluaran memerlukan beberapa andaian, terutamanya bentuk fungsi teknologi pengeluaran, imbalan ikut skala, sifat-sifat hambatan teknologi dan fungsi pasaran. Berdasarkan pertimbangan yang dinyatakan, model optimum cassava berdasarkan kaedah calibration melalui fungsi pengeluaran Cobb Douglas dibangunkan bagi menganggar parameter pengeluaran bioetanol daripada cassava.

Kata kunci Model pengeluaran optimum *cassava*, fungsi pengeluaran *Cobb Douglas* dan kaedah Calibration

Abstract

This article discusses the optimal production model of cassava (*Manihot crantz esculenta*) through a Cobb Douglas production function in the production of bioethanol. To develop and evaluate the optimal model of cassava in the production of bioethanol, several variables have been successfully identified. These variables include the area of crops, fertiliser and labour. The selection of optimal model is based on investigation of several collection of production model. The practical application of the production function method requires making certain assumptions, particularly on the functional form of the production technology, returns to scale, and characteristics of the technological progress, as well as of the functioning of markets. Based on the considerations mentioned, the optimal model of cassava based on calibration method through Cobb Douglas production function was developed to estimate the production parameters of bioethanol from cassava.

Key words Optimal production model of *cassava*, **Cobb Douglas** production function and calibration method.

Pengenalan

Meningkatkan produktiviti pertanian telah lama menjadi sebahagian daripada tujuan utama pertanian negara bagi memerangi kelaparan, memenuhi keperluan rakyat, mengurangkan pergantungan import makanan, meningkatkan nilai perdagangan negara, meningkatkan keselamatan negara dan mencapai pertumbuhan yang berterusan. Menurut Economic research service (2003), produktiviti ditakrifkan sebagai nisbah daripada beberapa saiz output untuk beberapa indeks penggunaan input. Pertumbuhan hasil pertanian boleh dicapai melalui perluasan kawasan pertanian, mempercepatkan pengeluaran dan penambahbaikan dalam kecekapan penggunaan input. Namun, pertimbangan kesan pertanian pada persekitaran tempatan adalah penting kerana keuntungan jangka pendek bagi meningkatkan produktiviti pertanian mempunyai implikasi jangka panjang pada peringkat output kebangsaan. Bagi meneliti kesan dasar pengembangan pertanian terhadap kesejahteraan kebangsaan, analisis produktiviti yang menyeluruh meliputi pembangunan model pengeluaran optimum sesuatu produk diperlukan (Farm service agency, 2005). Ubi kayu (*cassava*) yang sering dikenali sebagai tanaman kelas kedua mempunyai potensi yang besar dijadikan bahan mentah penghasilan bioetanol. Bioetanol merupakan bahan kimia yang boleh dihasilkan daripada bahan mentah pertanian yang mengandungi pati seperti *cassava*, ubi keledek, jagung, dan sagu. *Cassava*, ubi keledek, dan jagung merupakan tanaman makanan yang biasa ditanam hampir di seluruh negara secara kecil-kecilan. Tanaman-tanaman ini berpotensi untuk dipertimbangkan sebagai sumber bahan mentah dalam penghasilan bioethanol. Daripada semua jenis tanaman ini, *cassava* merupakan tanaman yang setiap hektarnya paling tinggi menghasilkan bioetanol. Selain itu pertimbangan pemakaian *cassava* sebagai bahan mentah dalam penghasilan bioetanol juga perlu mengambil kira pertimbangan ekonomi. Pertimbangan keekonomian penggunaan *cassava* bukan saja meliputi harga pengeluaran *cassava*, tetapi juga meliputi kos pengelolaan tanaman. Justeru, kertas kerja ini membincangkan model optimum pengeluaran *cassava* melalui fungsi pengeluaran *Cobb Douglas*

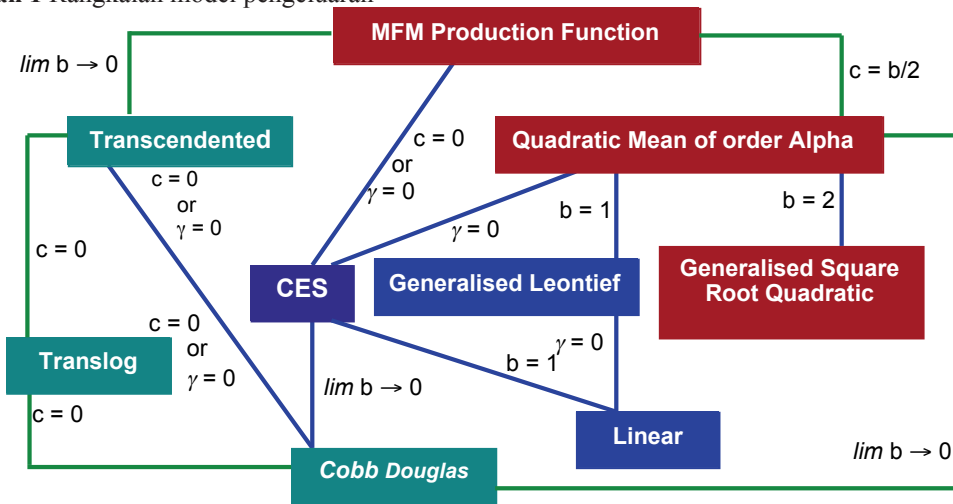
Pembangunan model pengeluaran optimum *cassava*

Pembangunan model pengeluaran optimum *cassava* yang dilakukan dengan menggunakan prosedur *Calibration* berdasarkan fungsi *Cobb Douglas* (Fried et al., 2008) adalah dengan mengambil kira penubahsuaian fungsi *Cobb Douglas* bagi model pengeluaran; mengenalpasti beberapa pembolehubah kos pengeluaran; mengenalpasti beberapa pembolehubah pendam harga; mengenalpasti beberapa pembolehubah medium tanaman, ruang tanaman dan tenaga kerja; dan mengenalpasti kekangan bagi menganggar parameter dalam model optimum yang dibangunkan.

Manakala pertimbangan pemilihan model optimum *cassava* adalah berdasarkan penelitian rangkaian model pengeluaran (Ireland, 2004, Heer, & Maussner, 2004) seperti dalam Rajah 1.

Dua model yang menjadi pertimbangan adalah model linear dan model pengeluaran Cobb Douglas, seperti yang bertanda oval dalam Rajah 1. Menurut Hajkova (2006), penggunaan praktikal fungsi pengeluaran memerlukan beberapa andaian, terutamanya bentuk fungsi teknologi pengeluaran, imbalan ikut skala, sifat-sifat hambatan teknologi dan fungsi pasaran. Berdasarkan pertimbangan ini, fungsi pengeluaran Cobb Douglas digunakan.

Rajah 1 Rangkaian model pengeluaran



Pembolehubah kos pengeluaran *cassava*

Pembolehubah kos pengeluaran bagi projek ini melibatkan (i) ruang tanaman, (ii) medium tanaman, dan (iii) tenaga kerja atau buruh.

Ruang tanaman

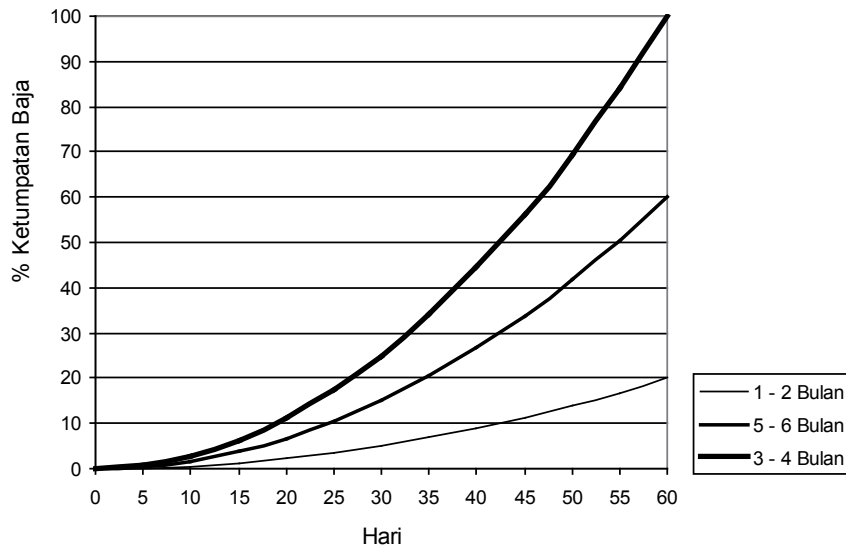
Ruang tanaman yang digunakan bagi penanaman bagi setiap dua anak benih adalah seluas 100 x 100 cm dan 100 x 75 cm untuk masing-masing varieti Sri Pontian, Sri Kanji I dan Sri Kanji II. Penanaman varieti Sri Kanji II tidak memerlukan ruang yang besar kerana bentuk pokok adalah lebih tirus dan kurang merimbun berbanding Sri Pontian dan Sri Kanji I.

Medium tanaman

Medium tanaman melibatkan penggunaan sabut kelapa dan baja fertigasi. Sabut kelapa dimasukkan ke dalam guni bersaiz 60 x 30 cm. Kajian mendapati saiz guni yang lebih besar akan memberikan pulangan yang lebih tinggi. Manakala rumusan baja fertigasi adalah berasaskan 2 komponen utama yang terdiri daripada Calcium Nitrate dan Fe-EDTA, Kalium Nitrate, Magnesium Sulphate/Pottasium Sulphate, Mono Kalium Phosphate, Zn Sulphate, Mn Sulphate, Cu Sulphate, Ammonium Molibdat dan Boric acid. Bahan kimia ini dibancuh masing-masing dengan menggunakan sebanyak 150 liter air bagi setiap komponen yang diasingkan kepada 2 tangki. Penggunaan sebanyak 10 liter bagi setiap komponen daripada setiap tangki dicampurkan pula ke dalam tangki air yang mengandungi sebanyak 2000 liter air dan digunakan terus sebagai baja untuk *cassava*.

Dalam penyelidikan yang dilakukan, agihan penggunaan baja fertigasi adalah mengikut umur penanaman *cassava*. Ketumpatan baja adalah pada kadar 20% pada peringkat permulaan tanaman hingga ke 60 hari. Bagi peringkat kedua pertumbuhan, iaitu dari 61 hingga 120 hari ketumpatan baja fertigasi adalah pada kadar 100%. Manakala dari 121 hari hingga penuaian ketumpatan baja adalah pada kadar 60%. Rajah 2 menunjukkan ketumpatan baja fertigasi.

Rajah 2 Peratus ketumpatan baja fertigasi mengikut tumbesaran cassava



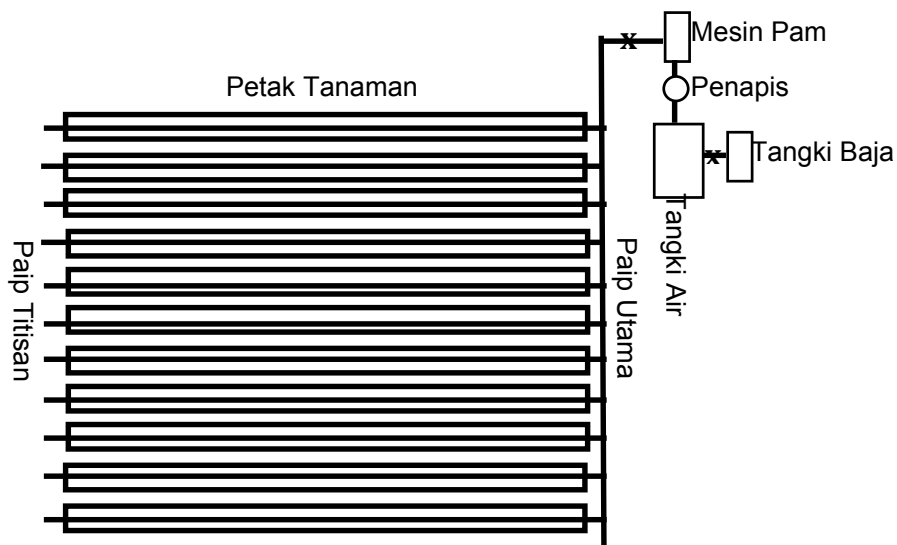
Tenaga kerja

Setiap satu hektar hanya memerlukan maksimum seorang pekerja bagi kerja menanam, menyelenggara dan mengutip hasil.

Sistem pengairan titis bagi *cassava*

Secara amnya, susun atur sistem pengairan titis bagi penanaman *cassava* dalam penyelidikan ini adalah seperti di Rajah 2.

Rajah 2 Susun atur sistem pengairan titis cassava



Sistem pengairan titis merupakan sistem pengairan paling efektif setakat ini. Air terus dibekalkan kepada akar pada kadar titisan purata 2 liter sejam (2 LPH). Disebabkan air dibekalkan secara titis, air akan meresap ke dalam tanah dan bukan melimpah di atas permukaan tanah.

Secara mudahnya, air di pam dari sumber air → ke penapis air → ke paip utama → ke paip sub → ke penitis air (dripper) → ke akar pokok.

Model optimum pengeluaran *cassava*

Fungsi pengeluaran *cassava* yang dibangunkan adalah berdasarkan fungsi pengeluaran *Cobb Douglas* dengan penggunaan ruang penanaman (S), medium tanamana (F) dan buruh (L) berdasarkan tiga varieti *cassava*, iaitu Sri Pontian (P), Sri Kanji I ($K1$) dan Sri Kanji II ($K2$). Fungsi pengeluaran *cassava* yang dibangunkan adalah seperti berikut:

$$Q_i = a_{i0} X_{iS}^{a_{iS}} X_{iF}^{a_{iF}} X_{iL}^{a_{iL}}, \text{ untuk } i = P, K1 \text{ dan } K2 \quad (1.1)$$

Tujuan utama bagi pembangunan model ini adalah untuk menganggar parameter a_{i0} , a_{iS} , a_{iF} dan a_{iL} yang meminimumkan ralat penganggaran kuasa dua (ε_1 , ε_2 , ε_3 dan ε_4) tertakluk kepada kekangan berikut:

$$h_i a_j Q_j / X_{ij} = k_j + l_j + \varepsilon_{1j} \text{ untuk } j = S, F, L \quad (1.2)$$

$$a_j^2 Q_j / X_{ij}^2 < 0 \quad (1.3)$$

$$Q_i^0 = a_{i0} \bar{O} X_{ij}^{0a_{ij}} + \varepsilon_2 \quad (1.4)$$

$$S_j a_{ij} = 1 + \varepsilon_3 \quad (1.5)$$

$$h_i (Q_i / X_{ij} - a_j Q_j / X_{iS}) = a_S + \varepsilon_4 \quad (1.6)$$

Hasil pengeluaran berdasarkan varieti *cassava*

Bagi menentukan perbezaan hasil pengeluaran pelbagai varieti *cassava*, analisis varians dan ujian berpasangan dilakukan terhadap varieti Sri Pontian, Sri Kanji I dan Sri Kanji II. Keputusan analisis ditunjukkan pada Jadual 2 dan Jadual 3.

Jadual 2 Analisis varians perbezaan min bagi tiga varieti *cassava*

Analisis varians					
Sumber	Jumlah kuasa dua	DK	Kuasa dua min	F	Sig.
Antara Varieti	1183.014	2	591.507	1.176E3	.000
Dalam Varieti	224.828	447	.503		
Jumlah	1407.842	449			

Terdapat perbezaan yang signifikan min hasil pengeluaran bagi sekurang-kurangnya satu varieti *cassava*.

Jadual 3 Ujian berpasangan bagi min tiga varieti cassava

Sumber	Pasangan:	Perbezaan dalam pasangan					T	DK	Sig. (2-hala)
		Min	Sisihan piawai	Min ralat piawai	95% Selang keyakinan perbezaan				
					Bwh	Atas			
	Sri Pontian Sri Kanji I	2.00208	.88359	.07215	1.85952	2.14464	27.751	149	.000
	Sri Pontian Sri Kanji II	3.97155	.90585	.07396	3.82539	4.11770	53.697	149	.000
	Sri Kanji I Sri Kanji II	1.96947	1.20932	.09874	1.77436	2.16458	19.946	149	.000

Terdapat perbezaan yang signifikan min hasil pengeluaran bagi Sri Pontian dan Sri Kanji I.
 Terdapat perbezaan yang signifikan min hasil pengeluaran bagi Sri Pontian dan Sri Kanji II.
 Terdapat perbezaan yang signifikan min hasil pengeluaran bagi Sri Kanji I dan Sri Kanji II.

Hasil dan perbincangan

Anggaran parameter model pengeluaran cassava

Prosedur *calibration* yang dipaparkan di bawah merujuk kepada data berdasarkan tiga varieti cassava (*P*, *K1* dan *K2*) dengan tiga input pertanian (*S*, *F* dan *L*). Jadual 1 dan Jadual 2 memaparkan data yang digunakan bagi menganggar parameter dalam model pengeluaran cassava.

Jadual 4 Hasil pengeluaran dan input pertanian.

Varieti	Hasil pengeluaran	Input pertanian (j)		
		Ruang tanaman (S)	Baja (F)	Buruh (L)
I	Q_i	X_s	X_f	X_L
Sri Pontian (P)	$Q_p=18$	$x_{ps}=0.56$	$x_{pf}=0.096$	$x_{pL}=0.65$
Sri Kanji I (K1)	$Q_{k1}=16$	$x_{k1s}=0.75$	$x_{k1f}=0.096$	$x_{k1L}=0.65$
Sri Kanji II (K2)	$Q_{k2}=14$	$x_{k2s}=0.56$	$x_{k2f}=0.096$	$x_{k2L}=0.65$

Jadual 5 Harga hasil pengeluaran dan kos (per unit) input pertanian.

Varieti	Harga hasil pengeluaran	Kos (j) (per unit)		
		Ruang tanaman (S)	Baja (F)	Buruh (L)
I	h_i	r_s	r_F	r_L
Sri Pontian (P)	$h_p=0.50$	$r_{PS}=0.16$	$r_{PF}=4.80$	$r_{PL}=2.10$
Sri Kanji I (K1)	$h_{K1}=0.50$	$r_{K1S}=0.20$	$r_{K1F}=4.80$	$r_{K1L}=2.10$
Sri Kanji II (K2)	$h_{K2}=0.50$	$r_{K2S}=0.16$	$r_{K2F}=4.80$	$r_{K2L}=2.10$

Jadual 6 Anggaran parameter fungsi pengeluaran Cobb Douglas

Varieti (i)	Parameter anggaran				Ralat anggaran (%)
	Konstan (O)	Ruang (S)	Medium (F)	Buruh (L)	
	a_0	a_s	a_F	a_L	
Sri Pontian (P)	43.4	0.045	0.21	0.73	4.6
Sri Kanji I (K1)	36.2	0.072	0.19	0.70	4.8
Sri Kanji II (K2)	35.1	0.045	0.24	0.69	3.3

Fungsi pengeluaran optimum yang dibangunkan bagi varieti Sri Pontian, Sri Kanji I dan Sri Kanji II adalah seperti berikut:

$$\text{Sri Pontian : } Q_P = 43.4 X_S^{0.045} X_F^{0.21} X_{iL}^{0.73}$$

$$\text{Sri Kanji I : } Q_{K1} = 36.2 X_S^{0.072} X_F^{0.19} X_{iL}^{0.70}$$

$$\text{Sri Kanji II : } Q_{K2} = 35.1 X_S^{0.045} X_F^{0.24} X_{iL}^{0.69}$$

Kertas kerja ini mengenengahkan kaedah penanaman *cassava* melalui sistem fertigasi, menguji kesesuaian campuran medium tanaman *cassava*, menguji pengeluaran beberapa varieti *cassava* dan membangunkan model optimum pengeluaran *cassava*. Melalui penanaman secara fertigasi, kos pengeluaran dapat dijimatkan sebanyak 30-40% dan pengeluaran dapat dipercepatkan sehingga 30-40% (6 bulan berbanding 9 bulan secara konvensional) dengan peningkatan hasil pengeluaran sehingga 30% (12 kg per keratan).

Penghargaan

Artikel ini adalah hasil daripada gran penyelidikan Universiti Pendidikan Sultan Idris KOD: 04-16-0029-08

Rujukan

- Economic research service. (2003). Agricultural resource and environmental indicators, agriculture handbook No. (AH722). Washington: DC. Department of Agriculture.
- Farm service agency. (2005). Comparison of 2002 PFC and DCP bases and yields by state. Washington, DC: United States Department of Agriculture.

- Fried, H.O., Lovell, C.A.K., & Schmidt, S.S. (2008). The measurement of productive efficiency and productivity growth. New York: NY. Oxford University Press.
- Hajkova, D. (2006). The capital input into Czech production: An experimental measure. CERGE-EI. Discussion Paper, no. 168.
- Heer, B., & Maussner, A. (2004). Dynamic general equilibrium models: computation and applications, Springer, forthcoming.
- Ireland, P.N. (2004) . A method for taking models to the data. *Journal of economics dynamic & control*, 28: 1205-1226.