

## **PROSES PEMBUATAN BIODIESEL DARI MINYAK KEDELAI**

**Tuti Indah Sari**

**Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya  
Jl. Raya Prabumulih KM. 32 Inderalaya Ogan Ilir (OI) Sumatera Selatan  
Email : [ty\\_indahsari@yahoo.co.id](mailto:ty_indahsari@yahoo.co.id)**

**Farida Ali**

**Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya  
Jl. Raya Prabumulih KM. 32 Inderalaya Ogan Ilir (OI) Sumatera Selatan  
Email : [farida\\_ali@plasa.com](mailto:farida_ali@plasa.com)**

**Sylvia Carolina Chandra**

**Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya  
Jl. Raya Prabumulih KM. 32 Inderalaya Ogan Ilir (OI) Sumatera Selatan**

**Dwi Christiyani**

**Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya  
Jl. Raya Prabumulih KM. 32 Inderalaya Ogan Ilir (OI) Sumatera Selatan**

### **Abstrak**

Metanolisis minyak kedelai menggunakan katalis NaOH menghasilkan metil ester yang merupakan bahan bakar alternatif. Metil ester inilah yang disebut sebagai biodiesel, dan memiliki kemiripan sifat dengan minyak solar yang dihasilkan dari crude oil.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi temperatur maka konversi yang dihasilkan semakin besar. Dapat dilihat pada rasio reaktan dan waktu yang sama, pada temperatur 30°C, konversi yang dihasilkan 19,67 % dan meningkat menjadi 55,48 % pada temperatur 70°C. Semakin lama waktu reaksi maka semakin besar konversi yang dihasilkan. Pada penelitian ini, konversi terbesar adalah 66,90 % yang berlangsung selama 120 menit. Semakin besar volume rasio reaktan minyak : metanol, maka konversi reaksi yang dihasilkan juga semakin besar. Pada penelitian ini, konversi terbesar adalah 66,90 % pada rasio reaktan minyak-metanol 1 : 2 dan waktu 120 menit.

Konstanta kinetika reaksi mengalami peningkatan sejalan dengan kenaikan temperatur reaksi. Pada temperatur 70°C dicapai konstanta kinetika reaksi tertinggi yaitu sebesar  $22,4731 \times 10^{-6}$  menit<sup>-1</sup>. Dari perhitungan didapat persamaan nilai k yaitu  $k = 0,0147e(-81.218,39/RT)$ .

Berdasarkan hasil pengujian sifat fisis dengan cara ASTM (*American Society for Testing and Materials*) terhadap metil ester hasil penelitian dan blending / pencampuran antara metil ester minyak kedelai dengan solar, ternyata hasil trans-esterifikasi minyak kedelai mendekati sifat fisis bahan bakar mesin solar produksi Pertamina.

Kata kunci: metanolisis, biodiesel, trans-esterifikasi.

## 1. Pendahuluan

Penelitian biodiesel dari minyak kedelai ini merupakan salah satu upaya untuk mendapatkan bahan bakar alternatif yang renewable, ramah lingkungan, dan bernilai ekonomis.

Reaksi transesterifikasi antara methanol dan minyak kedelai dengan katalis basa atau asam akan membentuk metil ester dengan produk samping gliserol. Metil ester yang dihasilkan inilah yang disebut dengan biodiesel dan memiliki sifat yang sama dengan minyak solar dari crude oil. Gliserol yang dihasilkan juga memiliki banyak kegunaan antara lain untuk industri bahan peledak, tinta, kosmetika, obat-obatan, plastik, dan sabun.

Penelitian ini dilakukan dalam sebuah reaktor tangki berpengaduk dengan proses batch menggunakan katalis basa NaOH dengan tujuan untuk mendapatkan konversi maksimal dan mengetahui karakteristik metil ester untuk kelayakannya sebagai bahan bakar bila dibandingkan dengan bahan bakar solar yang berasal dari minyak bumi. Variabel yang dilakukan antara lain variabel temperatur, ratio reaktan dan jumlah katalis.

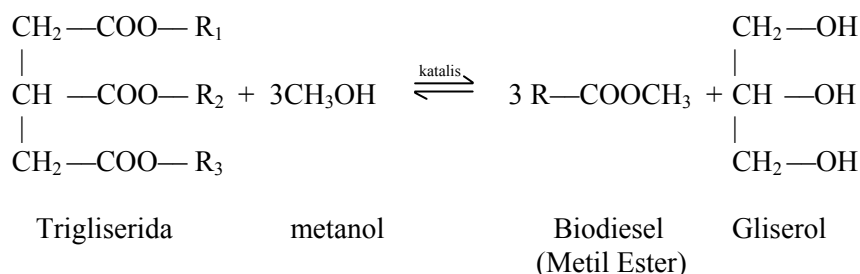
## 2. Fundamental

Biodiesel adalah bahan bakar yang terbuat dari sumber alam yang dapat diperbaharui seperti minyak tumbuhan baik yang baru ataupun minyak bekas yang sudah dipakai untuk memasak atau lemak hewan. Biodiesel tidak beracun, dan secara signifikan memiliki emisi buang lebih sedikit daripada petroleum (diesel) ketika dibakar. Biodiesel juga, seperti energi alam lainnya, adalah bahan bakar yang ramah lingkungan. Pertama-tama ialah karena minyak tumbuhan tidak mengandung sulfur (belerang) yang merupakan elemen karsinogen utama bahan bakar diesel. Keunggulan lainnya ialah minyak tumbuhan menyerap lebih banyak karbon dioksida dari udara dalam siklus reaksinya pada saat minyak ini dibakar, sehingga minyak tumbuhan tidak menambah kuantitas karbon dioksida di atmosfer.

Biodiesel minyak kedelai memiliki keuntungan, antara lain lebih ramah lingkungan. Biodiesel minyak kedelai lebih ramah lingkungan karena terbuat dari sumber yang dapat diperbaharui dan memiliki emisi yang lebih rendah dibandingkan dengan petroleum diesel. Penggunaan biodiesel tidak meningkatkan kadar CO<sub>2</sub> di atmosfer. Biodiesel juga lebih ramah lingkungan daripada diesel biasa. Penelitian di Universitas Idaho, USA, menggambarkan biodiesel terdegradasi 95% setelah 28 hari dibandingkan bahan bakar yang hanya 40%. Pelumasan yang lebih baik pada mesin menjadi salah satu keuntungan *soy biodiesel*.

Transesterifikasi adalah proses pemisahan fatty acid dari gliserol menjadi bentuk fatty acid ester dan gliserol bebas. Pada reaksi ini, alkohol bereaksi dengan minyak tumbuhan dengan kehadiran katalis.

Reaksi yang terjadi seperti ditunjukkan gambar 1 merupakan reaksi proses transesterifikasi dengan metanol (yang disebut dengan proses metanolisis).

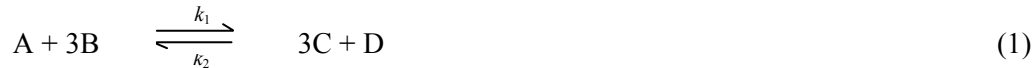


**Gambar 1. Skema Reaksi Alkoholisis Minyak Secara Umum**

Katalisator yang biasa digunakan adalah katalisator asam atau basa. Katalis basa sering digunakan karena akan menghasilkan laju reaksi yang lebih tinggi dari pada katalis asam. Sedangkan bila digunakan katalisator asam, reaksi dilakukan pada suhu dan tekanan yang relatif tinggi. Katalis yang biasa digunakan adalah basa hidroksida seperti NaOH dan KOH. Sebagai reaktan alkohol, digunakan metanol dan etanol.

Reaksi transesterifikasi merupakan reaksi yang bersifat reversible. Karena sifatnya yang reversible, maka pergeseran reaksi ke kanan (ke arah produk) biasanya dilakukan dengan menggunakan alkohol secara berlebih dari kesetimbangan stoikiometri. Dalam reaksi alkoholis, alkohol bereaksi dengan ester dan menghasilkan ester baru (Groggins, 1956).

Persamaan reaksi antara trigliserida dan metanol pada proses transesterifikasi ditunjukkan pada gambar 1. Persamaan reaksi kimia di atas dapat ditulis dalam bentuk yang lebih sederhana untuk memudahkan penulisan kecepatan reaksi kimia sebagai berikut :



Keterangan :

- A = trigliserida
- B = metanol
- C = metil ester
- D = gliserol

Persamaan kecepatan reaksinya :

$$-r_A = -\frac{dC_A}{dt} = k_1 [A][B]^3 - k_2 [C]^3 [D] \quad (2)$$

Keterangan :

- $-r_A$  = kecepatan reaksi pembentukan alkil ester
- [A] = konsentrasi trigliserida
- [B] = konsentrasi metanol
- [C] = konsentrasi metil ester
- [D] = konsentrasi gliserol
- $k_1$  = konstanta kecepatan reaksi ke kanan (arah produk)
- $k_2$  = konstanta kecepatan reaksi ke kiri (arah reaktan)
- $t$  = waktu reaksi

Reaksi transesterifikasi atau reaksi alkoholis merupakan reaksi bolak-balik yang berjalan lambat (Groggins, 1958). Karena itu kecepatan reaksi ke kiri dapat diabaikan, maka reaksinya menjadi :

$$-r_A = -\frac{dC_A}{dt} = k_1 [A][B]^3 \quad (3)$$

Persamaan kecepatan reaksi elementer dengan asumsi orde 1 terhadap minyak maka :

$$-r_A = -\frac{dC_A}{dt} = k C_A C_B^3 \quad (4)$$

Karena metanol yang digunakan berlebih, maka konsentrasi metanol ( $C_B$ ) dapat dianggap konstan sehingga :

$$\begin{aligned} -r_A &= k C_{B_0}^3 C_A \\ -r_A &= k' C_A \end{aligned} \quad (5)$$

dimana :  $k' = k C_{B_0}^3$

### 3. Metodologi



**Keterangan :**

1. Labu leher tiga + *Magnetic Stirrer*
2. Pemanas mantel
3. Pendingin balik
4. Termometer
5. Pengambil cuplikan

**Gambar 2. Rangkaian peralatan**

#### Proses Penelitian

Minyak kedelai sebanyak 225 ml dimasukkan ke dalam labu leher tiga lalu dipanaskan sampai suhu 50 °C (untuk mencapai suhu reaksi/campuran 55° C).

NaOH pellet 0,9 gram dilarutkan dalam metanol absolut sebanyak 75 ml dengan menggunakan *magnetic stirrer* kemudian dimasukkan dalam erlenmeyer dan dipanaskan sampai suhunya ± 51 °C.

Larutan metanol - NaOH (sodium metoxide) pada erlenmeyer dimasukkan ke dalam labu leher tiga yang telah berisi minyak kedelai, campuran kemudian diaduk dengan *magnetic stirrer*. Akan diperoleh suhu campuran 4 – 5 °C di atas suhu minyak mula-mula, sehingga diperoleh suhu reaksi/campuran 55 °C, suhu ini dijaga konstan dengan mengatur pemanas mantel.

Setelah 120 menit, proses dihentikan. Sampel diambil untuk kemudian dianalisis. Langkah-langkah diatas diulang dengan memvariasi suhu pada 30, 45, 50, 55, 60, dan 70 °C, volume reaktan dan berat katalis.

Analisis gliserol dengan metoda Asetin dan analisis metil ester dengan analisis ASTM.

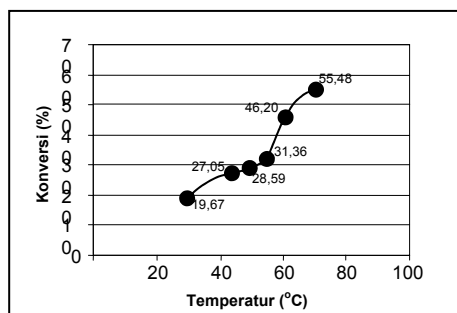
#### 4. Hasil dan Pembahasan

Pada penelitian ini, variasi temperatur yang digunakan adalah 30, 45, 50, 55, 60, dan 70 °C. Rasio reaktan yang divariasikan adalah rasio volume minyak : metanol adalah 1 : 1,5 ; 1 : 2 dan 1 : 2,5 (mgek minyak/mgek metanol). Rasio katalis yang divariasikan adalah 0,3 %, 0,35 %, 0,4 %, dan 0,45 % berat/volume minyak kedelai. Variasi temperatur, rasio volume minyak : metanol dan rasio katalis digunakan untuk mendapatkan konversi yang paling tinggi dari semua variasi yang digunakan.

#### Konversi Reaksi

##### Pengaruh Temperatur

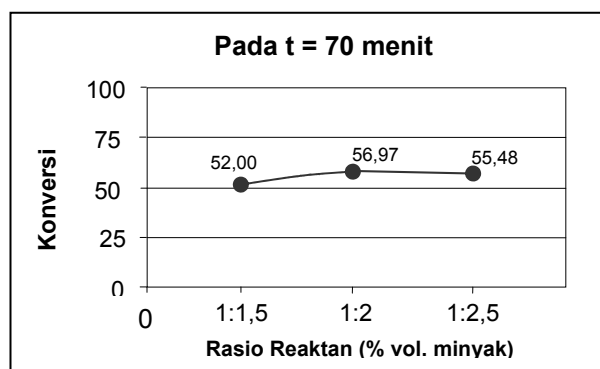
Konversi reaksi mengalami kenaikan sejalan dengan peningkatan temperatur reaksi sebagaimana yang ditampilkan pada Gambar 3. Pada rasio reaktan 1 : 2,5 dengan menggunakan katalis 0,4 % dan waktu reaksi 70 menit, konversi mengalami peningkatan dari 19,67 % sampai dengan 55,48 % dengan meningkatnya suhu reaksi dari 30 °C sampai dengan 70 °C.



Gambar 3. Pengaruh Temperatur terhadap Konversi pada Rasio Reaktan 1: 2,5 dan katalis 0,4 % vol. minyak

### Pengaruh Rasio Reaktan

Pada saat reaksi berlangsung selama 70 menit, dapat dilihat konversi maksimum sebesar 56,97 % pada rasio reaktan 1 : 2. Dari gambar tersebut menunjukkan bahwa semakin besar rasio reaktan maka konversi reaksi semakin meningkat. Hal ini terjadi karena semakin besar rasio reaktan maka tumbukan antara molekul yang menghasilkan produk juga akan semakin meningkat.



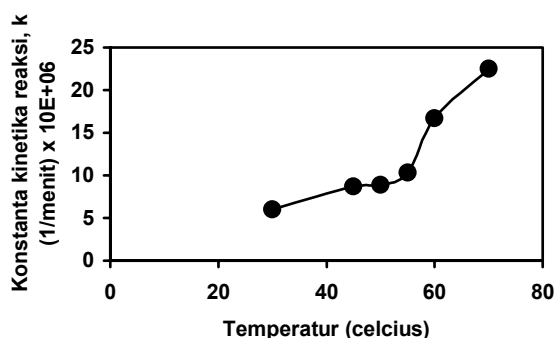
Gambar 4. Pengaruh Rasio Reaktan terhadap konversi pada T = 70 °C dan t = 70 menit

### Pengaruh Rasio Katalis

Dari Gambar dapat dilihat bahwa konversi maksimum dicapai pada rasio katalis 0,35 % dari volume minyak yaitu 68,51 %. Sedangkan pada saat katalis 0,4 % dan 0,45 %, konversi semakin menurun. Hal ini dikarenakan ketika terlalu banyak katalis yang digunakan, hasil yang didapat berupa emulsi yang sulit dipisahkan dengan metil ester dan pembentukan gliserol yang meningkat, menyebabkan konversi minyak yang menjadi metil ester menjadi kecil.

### Konstanta Kinetika Reaksi

Karena  $k' = k C_B^3$ , maka  $k = \frac{k'}{C_B^3}$  dimana  $C_B = 8,202$  M. Sehingga didapat nilai konstanta reaksi  $k$  pada gambar di bawah ini :



Gambar 5. Hubungan antara temperatur dengan konstanta kinetika reaksi (k)

Gambar di atas menunjukkan bahwa semakin meningkatnya temperatur semakin meningkat nilai konstanta kecepatan reaksi. Hubungan nilai k dan temperatur ditunjukkan dengan persamaan Arrhenius:

$$k = A e^{-E/RT}$$

$$\ln k = \ln A - E/RT \quad (6)$$

Dari perhitungan didapat nilai energi aktivasi,  $E = 81218,39 \text{ J/mol.menit}$  dan konstanta  $A = 0,0147 \text{ menit}^{-1}$ . Maka nilai k :

$$k = 0,0147e(-81.218,39/RT) \quad (7)$$

#### Pengujian Spesifikasi Metil Ester

Metil ester yang dihasilkan kemudian diuji sifat fisiknya dengan metode ASTM (*American Society for Testing and Materials*) di laboratorium Pertamina UP-III Plaju. Pencampuran (*blending*) antara metil ester kedelai dengan solar juga dilakukan dengan level B5 untuk diuji sifat fisiknya. Yang dimaksud dengan campuran B5 yaitu pencampuran dalam level 95 % minyak solar dengan 5 % metil ester. Lalu hasil pengujian sifat fisik tersebut dibandingkan dengan spesifikasi bahan bakar Solar dari Pertamina. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi Metil Ester Kedelai, Minyak Solar dan campuran B5

No.	Jenis Analisa	Satuan	Metode	Metil Ester Kedelai	Minyak Solar ex Kapal Duta Selatan	B-5	Minyak Solar	
							Min	Max
1.	Density at 15°C	kg/m <sup>3</sup>	ASTM D-1298	891.1	848.1	850.0	815	870
2.	Cetane Number	-	ASTM D-613	-	51.0	53.4	45	-
	Calculated Cetane Index	-	ASTM D-976	45.1	51.4	51.3	48	-
3.	Kin. Viscosity at 100°F	cSt	ASTM D-445	5.510	3.462	3.564	1.6	5.8
4.	Pour Point	°C	ASTM D-97	0	12	12	-	18
5.	Flash Point	°C	ASTM D-93	82	69	73	60	-
6.	Ash Content	% wt	ASTM D-482	0.0004	0.0010	0.0019	-	0.01
7.	Water Content	% vol	ASTM D-95	0.01	traces	traces	-	0.05
8.	Colour ASTM	-	ASTM D-1500	0.5	2.0	2.0	-	3.0

## 5. Kesimpulan

Metanolisis minyak kedelai menggunakan katalis NaOH menghasilkan Metil Ester yang merupakan bahan bakar alternatif.

Semakin tinggi temperatur maka konversi yang dihasilkan semakin besar. Dapat dilihat pada rasio reaktan dan waktu yang sama, pada temperatur 30°C, konversi yang dihasilkan 19,67 % dan meningkat menjadi 55,48 % pada temperatur 70°C.

Semakin lama waktu reaksi maka semakin besar konversi yang dihasilkan. Pada penelitian ini, konversi terbesar adalah 66,90 % yang berlangsung selama 120 menit.

Semakin besar volume rasio reaktan minyak : metanol, maka konversi reaksi yang dihasilkan juga semakin besar. Pada penelitian ini, konversi terbesar adalah 66,90 % pada rasio reaktan minyak-metanol 1 : 2 dan waktu 120 menit.

Konstanta kinetika reaksi mengalami peningkatan sejalan dengan kenaikan temperatur reaksi. Pada temperatur 70°C dicapai konstanta kinetika reaksi tertinggi yaitu sebesar  $22,4731 \times 10^{-6} \text{ menit}^{-1}$ . Dari perhitungan didapat persamaan nilai k yaitu  $k = 0,0147e^{(-81.218,39/RT)}$ .

Berdasarkan hasil pengujian sifat fisis dengan cara ASTM (*American Society for Testing and Materials*) terhadap metil ester hasil penelitian dan blending/pencampuran antara metil ester minyak kedelai dengan solar, ternyata hasil transterifikasi minyak kedelai mendekati sifat fisis bahan bakar mesin Solar produksi Pertamina.

## Daftar Notasi

A	=	faktor frekuensi
C <sub>A</sub>	=	konsentrasi minyak kedelai
C <sub>B</sub>	=	konsentrasi metanol
E	=	energi aktivasi, dan
k, k'	=	konstanta kinetika reaksi, (menit <sup>-1</sup> )
-r <sub>A</sub>	=	kecepatan reaksi kimia
R	=	konstanta gas
R <sub>1</sub> , R <sub>2</sub> , R <sub>3</sub>	=	gugus alkil asam-asam lemak
t	=	waktu
T	=	temperatur, °C
X	=	konversi gliserol, %

## Daftar Pustaka

- [1] Castonguay-Vanier, Josee, 2005. Biofuels in North America. McGill University.
- [2] Griffin, R. C., 1927. Technical Methods of Analysis, 2 ed., pp. 107-110, McGraw-Hill Company, Inc., New York.
- [3] Groggins, P. H., 1958. Unit Processes in Organic Synthesis, 5 ed., pp. 694-705, McGraw-Hill Book Company, Inc., New York.
- [4] Hambali, Mulkan, 2006. Pengaruh Katalis dan Rasio Umpan Terhadap Konversi CPO Pada Pembuatan Bahan Bakar Diesel. Laporan Penelitian. Universitas Sriwijaya, Palembang.
- [5] Ismail, Syarifuddin, 2004. Kinetika Kimia, Universitas Sriwijaya, Palembang.
- [6] Journey To Forever, Make Your Own Biodiesel.  
<http://www.journeytoforever.org/biodiesel.html>.
- [7] Kac, Alocs, 2000. The Two-Stage Adaptation of Mike Pelly's Biodiesel Recipe.  
[http://www.journeytoforever.org/two\\_stage\\_biodiesel\\_process.html](http://www.journeytoforever.org/two_stage_biodiesel_process.html).
- [8] Kac, Alocs, 2001. The Foolproof Way To Make Biodiesel.  
[http://www.journeytoforever.org/foolproof\\_biodiesel\\_process.html](http://www.journeytoforever.org/foolproof_biodiesel_process.html).
- [9] Khan, A. Karl, 2002. Research into Biodiesel Kinetics and Catalyst Development. University of Queensland, Brisbane, Australia.
- [10] Kirk, R.E. and D.F. Othmer, 1980. Encyclopedia of Chemical Technology, 3rd ed. Vol. 4, pp 846-847.

- [11] Libert, Frederick T., 2005. Pengaruh Suhu dan Waktu pada Etanolisis Minyak Jarak Kepyar Menggunakan Katalisator KOH, Laporan Penelitian, Laboratorium Proses Kimia, FT UGM, Yogyakarta.
- [12] Perry, Robert H. and W. Green, 1997. Perry's Chemical Engineer's Handbook", 7 ed., McGraw-Hill Book Company Inc., New York.
- [13] Pasae Y., John Stephen dan Marlin Purnamasari, 2006. Kinetika Reaksi Transesterifikasi Pada Pembuatan Biodiesel Dari Crude Palm Oil (CPO). Seminar Nasional Teknik Kimia Indonesia, Palembang.
- [14] Pelly, Mike, 2000. Biodiesel From Used Kitchen Grease or Waste Vegetable Oil. <http://www.journeytoforever.org/biodiesel.html>.
- [15] Pertamina, 1997. Bahan Bakar Minyak. Direktorat Pembekalan dan Pemasaran Dalam Negeri.
- [16] Pertamina, 1993. Annual Book of ASTM Standards Petroleum Products and Lubricants, vol. 05.01.
- [17] Wikipedia, The Free Encyclopedia, 2006. Soybean. <http://en.wikipedia.org/wiki/Soybean>.
- [18] Wikipedia, The Free Encyclopedia, 2005. Biodiesel. <http://en.wikipedia.org/wiki/Biodiesel>
- [19] Wikipedia, The Free Encyclopedia, 2005. Biodiesel Production. [http://en.wikipedia.org/wiki/Biodiesel\\_Production](http://en.wikipedia.org/wiki/Biodiesel_Production).





Filename: Makalah\_Biodiesel\_\_Tuti\_Indah\_Sari\_  
Directory: C:\Documents and Settings\bundo\My Documents\My Documents  
Template: C:\Documents and Settings\bundo\Application Data\Microsoft\Templates\Normal.dot  
Title: 4  
Subject:  
Author: toshiba  
Keywords:  
Comments:  
Creation Date: 25/11/2006 09:26:00  
Change Number: 3  
Last Saved On: 02/12/2006 14:14:00  
Last Saved By: bundo  
Total Editing Time: 4 Minutes  
Last Printed On: 02/12/2006 14:14:00  
As of Last Complete Printing  
Number of Pages: 8  
Number of Words: 2.549 (approx.)  
Number of Characters: 14.533 (approx.)

