

**PEMBUATAN BIODIESEL DARI BAHAN BAKU CPO (CRUDE PALM OIL) DENGAN
REAKSI TRANSESTERIFIKASI MENGGUNAKAN KOLOM SENTRIFUGAL
KONTAKTOR
(VARIASI TEMPERATUR DAN WAKTU REAKSI)**

Winy Noviami Erziza¹⁾, Idral Amri²⁾, dan Elvi Yenie³⁾

¹⁾Mahasiswa Jurusan Teknik Kimia, ^{2,3)}Dosen Jurusan Teknik Kimia
Laboratorium Teknologi Produk
Fakultas Teknik Universitas Riau
Kampus Binawidya Km 12,5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru 28293
*Email : Winnynoviamierziza@yahoo.com

ABSTRACT

Transesterification reaction is a reaction between oils (triglycerides) with alcohol to produce fatty acid alkyl esters and glycerol as a byproduct. Biodiesel is obtained by reacting vegetable oils or fats with methanol. So that the resulting product is known as the methyl ester. Due to, production of petroleum fuels is limited, it is necessary to develop a vegetable oil to produce biodiesel. One of the vegetable oil that can be used is derived from CPO (Crude Palm Oil) by using a column centrifugal contactor. In this study, biodiesel obtained by transesterification of CPO (Crude Palm Oil), using KOH catalyst. The process is conducted by variation of temperature (50°C., 60°C, and 70°C), and reaction time (0.5, 1 and 1.5 hours), with a fixed variable stirring speed of 300 rpm and a molar ratio of methanol / oil 6: 1, the concentration of catalyst KOH 1%wt. Based on the test results showed that the transesterification reaction time and temperature affected by the speed of reaction formation of biodiesel. The good operating conditions obtained in this study at temperature of 60°C, and the reaction time of 1.5 hours which resulted in the conversion reaction of 39,47%. The percentage of ester product area is 6.37% and 28,894% glycerol. Methyl ester product was obtained in the form of palmitate, dimethyl azelate, methyl myristate, methyl laurate, and methyl nonanoat. Characteristics of biodiesel produced in this study meets to the Indonesian Standards of biodiesel, with the value of the kinematic viscosity (40°C) 3.91 to 4.15 cSt, Density (40°C) = 872.95 to 886.44kg/m³, and a flash point at 136°C (min. 100°C).

Keywords: *Crude Palm Oil, transesterification, biodiesel, column centrifugal contactor*

1. PENDAHULUAN

Biodiesel salah satu bahan bakar alternatif yang ramah lingkungan, tidak mempunyai efek terhadap kesehatan yang dapat dipakai sebagai bahan bakar kendaraan bermotor, dapat menurunkan emisi bila dibandingkan dengan minyak diesel. Biodiesel terbuat dari minyak nabati yang berasal dari sumber daya yang dapat diperbaharui. Beberapa bahan baku untuk pembuatan biodiesel antara lain kelapa sawit, kedelai, bunga matahari, jarak pagar, tebu, dan lain sebagainya. Dari beberapa bahan baku tersebut di Indonesia yang mempunyai prospek untuk diolah menjadi biodiesel adalah kelapa sawit dan jarak pagar, tetapi prospek kelapa sawit

lebih besar untuk pengolahan secara besar-besaran [Martini, 2007].

Sebagai tanaman industri kelapa sawit telah tersebar hampir di seluruh wilayah Indonesia, teknologi pengolahannya sudah mapan. Dibandingkan tanaman yang lain yang sumbernya sangat terbatas dan masih diimpor, serta penggunaannya pun masih taraf penelitian skala laboratorium untuk budidaya dan pengolahannya, sehingga dapat dikatakan kelapa sawit memiliki peluang besar sebagai bahan baku biodiesel.

Berdasarkan latar belakang tersebut, untuk meningkatkan produktivitas dan kualitas biodiesel, dilakukan penelitian produksi biodiesel dari *crude palm oil* (CPO) dengan

proses transesterifikasi menggunakan kolom sentrifugal kontaktor. Pemakaian *crude palm oil* (CPO) sebagai bahan baku proses pembuatan biodiesel dikarenakan sebagian besar pabrik produksi biodiesel di Indonesia berbahan baku *crude palm oil* (CPO).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan mempelajari pengaruh temperatur dan waktu reaksi terhadap konversi yang dihasilkan pada proses transesterifikasi pembuatan biodiesel dari bahan baku CPO dengan menggunakan alat kolom sentrifugal kontaktor.

2. METODOLOGI

Persiapan Bahan Baku

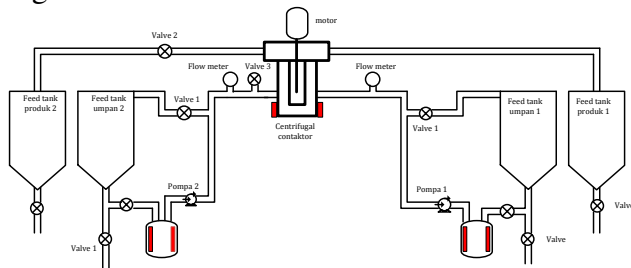
Dalam persiapan bahan baku, CPO yang akan digunakan dipanaskan terlebih dahulu dalam bejana hingga suhunya mencapai 50°C, ini bertujuan supaya CPO mencair, dan juga untuk menyesuaikan dengan kondisi temperatur didalam kolom sentrifugal kontaktor.

Pembuatan Biodiesel

Pelaksanaan penelitian pembuatan biodiesel dari CPO ini dilakukan dengan tinjauan variabel temperatur, dan waktu reaksi. Hasil yang ingin diperoleh dari percobaan pembuatan biodiesel dari CPO adalah konversi biodiesel yang terbentuk.

Proses Transesterifikasi Basa

Proses pembuatan biodiesel berlangsung dalam kolom sentrifugal kontaktor dengan bantuan katalis KOH dan pelarut yang digunakan adalah metanol.

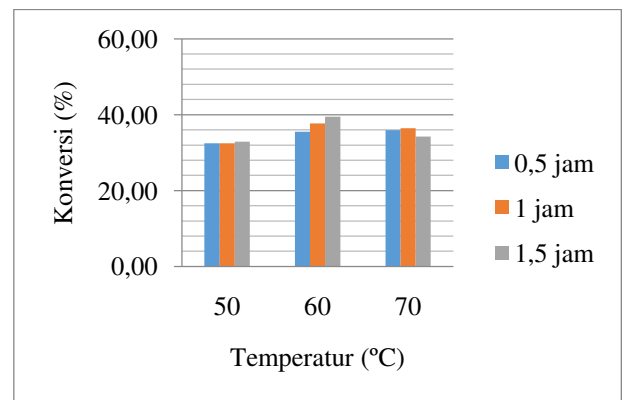


Gambar 1. PFD pembuatan biodiesel dari bahan baku CPO (*Crude Palm Oil*) dengan menggunakan kolom sentrifugal Kontaktor

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Temperatur dan Waktu Reaksi terhadap Konversi Reaksi pada Proses Transesterifikasi

Temperatur dan waktu reaksi merupakan faktor-faktor yang mempengaruhi reaksi transesterifikasi *crude palm oil* (CPO) menjadi biodiesel. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, diperoleh hasil yang disajikan dalam bentuk diagram yang dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram hubungan antara temperatur dan konversi reaksi dengan variabel waktu pada proses transesterifikasi

Dari Gambar 2 dapat dilihat hubungan antara temperatur dengan konversi reaksi pada proses transesterifikasi. Pada suhu 50°C, konversi yang dihasilkan sebesar 32,46%. Kemudian pada suhu 60°C, mengalami kenaikan konversi sangat tajam yaitu sebesar 39,47%. Ini disebabkan karena pada awal reaksi, konsentrasi pereaksi tinggi sehingga reaksi dapat berlangsung dengan cepat. Sedangkan pada suhu 70°C, hasil konversi menurun menjadi 34,21% karena pada suhu 70°C, jumlah metanol yang digunakan sebagai pelarut sudah menguap (titik didih metanol 65°C).

Dari Gambar 2, dapat disimpulkan bahwa hubungan antara temperatur dengan konversi reaksi diperoleh hasil yaitu semakin tinggi temperatur maka semakin besar konversi yang dihasilkan dan terlihat juga bahwa setiap penambahan temperatur menyebabkan meningkatnya konversi dari produk biodiesel yang dihasilkan.

Diagram diatas juga menunjukkan hubungan antara konversi yang dihasilkan dengan waktu reaksi transesterifikasi. Pada waktu 0,5 jam menunjukkan bahwa konversi reaksi didapatkan sebesar 35,53%, kemudian konversi meningkat menjadi 37,72% pada waktu reaksi 1 jam, pada waktu reaksi 1,5 jam konversi yang dihasilkan mengalami penurunan menjadi 34,21%. Berdasarkan teori, semakin lama waktu reaksi maka kemungkinan kontak antar zat semakin besar sehingga akan menghasilkan konversi yang besar. Berdasarkan penelitian, konversi tertinggi yang didapatkan yaitu pada waktu 1,5 jam pada temperatur 60°C.

Analisa Karakteristik Biodiesel yang dihasilkan

Densitas

Densitas berkaitan dengan dengan nilai kalor dan daya yang dihasilkan oleh mesin diesel. Densitas yang rendah akan menghasilkan nilai kalor yang tinggi [Lubis, 2008].

Setelah dilakukan penelitian pembuatan biodiesel menggunakan sentrifugal kontaktor, didapatkan biodiesel mempunyai densitas dengan rentang 872-886 kg/m³. Hasil analisa densitas menunjukkan biodiesel yang diperoleh telah memenuhi persyaratan SNI 04-7182-2006 (850-890 kg/m³). Biodiesel dengan densitas lebih tinggi dari standar yang telah disyaratkan SNI 04-7182-2006 (850-890 kg/m³) memiliki kemampuan bakar yang rendah. Hal ini dikarenakan minyak tersusun lebih banyak karbon daripada hidrogen. Biodiesel dengan densitas yang lebih besar seharusnya tidak digunakan untuk mesin diesel karena akan meningkatkan keausan mesin, emisi, dan menyebabkan kerusakan pada mesin [Lubis, 2008]. Densitas berhubungan dengan temperatur. Semakin tinggi temperatur, maka densitas yang dihasilkan semakin rendah.

Viskositas

Viskositas mempunyai peranan yang sangat penting dalam proses penginjeksian bahan bakar. Viskositas biodiesel yang didapatkan pada penelitian ini yaitu berkisar antara 3,909-4,127 cSt. Hasil uji viskositas

kinematik pada penelitian ini, sudah memenuhi standar yang disyaratkan oleh SNI 04-7182-2006 (2,3 – 6,0 cSt). Bahan bakar dengan viskositas dibawah standar berarti banyak mengandung fraksi ringan, sehingga boros dalam pemakaiannya, walaupun kerja pompa ringan. Sedangkan bila nilai viskositasnya lebih besar dari standar berarti mengandung fraksi berat, sehingga minyak solar sulit untuk dikabutkan, dan kerja pompa berat [Suryani, 2009].

Titik Nyala

Berdasarkan hasil pengujian titik nyala yang diuji untuk sampel produk biodiesel pada temperatur 60°C, dengan waktu reaksi selama 1,5 jam, diperoleh titik nyala biodiesel sebesar 136°C yang berarti lebih tinggi dari standar titik nyala minyak solar yaitu 60°C. Hal ini disebabkan karena kandungan dari biodiesel yang dihasilkan belum murni, masih tercampur dengan pengotor (gliserol, dan metanol). Jika titik nyala biodiesel yang dihasilkan lebih tinggi dari standar minimal yang ditetapkan, menunjukkan bahwa produk biodiesel mempunyai kondisi lebih aman dibandingkan minyak solar dalam hal penyimpanan, karena lebih tidak mudah terbakar daripada solar.

Hasil analisa pada penelitian ini telah memenuhi standar SNI 04-7182-2006 yaitu minimal 100°C. Analisa titik nyala hasil biodiesel yang diperoleh tersebut dilakukan dengan menggunakan cawan terbuka, karena peralatan yang tersedia dan teknologi yang ada di laboratorium tidak memungkinkan untuk menganalisa dengan menggunakan cawan tertutup.

Angka Asam

Angka asam merupakan jumlah miligram KOH yang digunakan untuk menetralkan asam lemak bebas yang terdapat dalam 1 gram minyak atau lemak. Pada penelitian ini, diperoleh angka asam yaitu 15,48-17,28 mg-KOH/g minyak, yang mana hasil tersebut melebihi batas standar untuk angka asam biodiesel yang disyaratkan SNI 04-7182-2006, yaitu angka asam maksimum 0,8 mg-KOH/g. Tingginya bilangan asam pada reaksi transesterifikasi menyebabkan reaksi penyabunan yang merupakan reaksi antara asam lemak dengan katalis basa. Angka asam

yang tinggi bersifat korosif dan dapat merusak injektor bahan bakar mesin diesel. Hal ini disebabkan karena reaksi belum sempurna dan menghasilkan banyak asam lemak yang belum terkonversi. Tingginya angka asam yang diperoleh pada penelitian dikarenakan reaksi pembentukan dan pemisahan biodiesel pada kolom sentrifugal kontaktor belum bereaksi sempurna, sehingga biodiesel yang dihasilkan masih tercampur dengan asam, maka ketika pengujian angka asam dari biodiesel tidak sesuai dengan standar SNI 04-7182-2006.

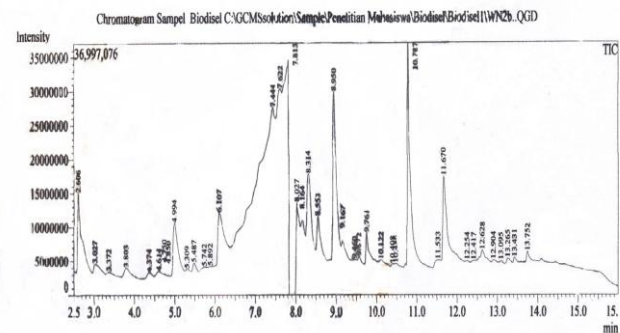
Hasil GCMS Produk yang Diperoleh

Dari hasil analisa dengan menggunakan alat GC-MS didapatkan banyak komponen-komponen yang terkandung di dalam produk. Hasil analisis menggunakan GC-MS untuk sampel perbandingan molar metanol/minyak 6:1 dan kecepatan pengadukan 300 rpm, menunjukkan bahwa persentase area produk ester adalah 6,37% *methyl palmitat*, dan hasil sampling berupa gliserol sebesar 28,53%.

Tingginya gliserol yang diperoleh dari hasil penelitian, disebabkan karena keasaman dari bahan baku yang masih tinggi, sehingga diperlukan perlakuan pendahuluan seperti

esterifikasi untuk mengurangi kadar asam dalam bahan baku. Hal ini juga disebabkan karena penyimpanan bahan baku yang cukup lama sebelum dilakukan penelitian, dan penggunaan pelarut metanol teknis, sehingga masih banyak terdapat pengotor dan air yang dapat mengurangi konsentrasi katalis.

Berikut ditampilkan analisa GC-MS produk biodiesel dari CPO (*Crude Palm Oil*) untuk sampel biodiesel pada temperatur 60°C, dan waktu reaksi 1,5 jam dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. GC-MS Biodiesel dari CPO
Sumber : Hasil Uji Laboratorium Kesehatan Daerah Padang, 2013

Tabel 1. Hasil Analisa GC-MS Kandungan Biodiesel

R.Time	Area	% Area	Name
2.606	84113166	2.32	Hexanoic Acid, Methyl caproate
3.372	3410134	0.09	1-Heptanol
3.803	15655248	0.43	Heptanoic Acid, Methyl heptanoate
4.994	90673479	2.50	Octanoic acid, Methyl octanoate
6.107	174391208	4.80	Nonanoic acid, Methyl nonanoate
7.444	1035610785	28.53	1,2,3-Propanetriol, glycerol
8.314	172017645	4.74	Octanedioic Acid, dimethyl suberate
8.553	123773898	3.41	dodecanoic acid, methyl Laurate
8.950	229734622	6.33	nonanedioic acid, dimethyl azelate
9.761	82037811	2.26	tetradecanoic acid, methyl Myristate
10.787	231083544	6.37	hexadecanoic acid, methyl palmitat
Jumlah		61.78	

Sumber : Hasil Uji Laboratorium Kesehatan Daerah Padang, 2013

Dari hasil analisa GC-MS senyawa ester, pada penelitian ini diperoleh produk ester berupa *methyl palmitat*, *dimethyl azelate*, *methyl myristate*, *methyl laurate*, dan *methyl nonanoat*.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil penelitian mengenai pembuatan biodiesel dari *crude palm oil* dengan proses transesterifikasi menggunakan kolom

sentrifugal kontaktor yang dihasilkan dapat diambil kesimpulan dan saran sebagai berikut.

Kesimpulan

1. Pada penelitian ini, konversi tertinggi untuk reaksi transesterifikasi CPO (*Crude Palm Oil*) menjadi biodiesel tercapai pada kondisi perbandingan molar metanol/minyak 6:1, kecepatan pengadukan 300 rpm, komposisi katalis KOH 1%wt, temperatur 60°C, dan waktu reaksi 1,5 jam yang menghasilkan konversi reaksi sebesar 39,47%.
2. Karakteristik biodiesel yang dihasilkan pada penelitian ini telah memenuhi standar biodiesel, dengan nilai viskositas kinematik (40°C) 3,91-4,15 mm²/s, Densitas (40°C) 872,95-886,44 kg/m³, dan titik nyala pada suhu 136°C.

Saran

Perlu dilakukan proses esterifikasi sebagai proses pendahuluan untuk mengurangi kadar asam yang terkandung dalam CPO (*Crude Palm Oil*), sehingga mengurangi pembentukan hasil samping (gliserol), dan *yield* metil ester yang terbentuk lebih besar.

Sebaiknya metanol yang digunakan sebagai pelarut adalah metanol p.a, agar konsentrasi katalis yang digunakan untuk mempercepat reaksi tidak berkurang yang disebabkan oleh campuran pengotor yang terkandung dalam metanol teknis.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Idral Amri, PhD dan Ibu Elvi Yenie ST. M.Eng selaku pembimbing yang telah mengarahkan dan membimbing penulis selama pelaksanaan Skripsi penelitian ini. Terima kasih kepada kedua Orang Tua dan keluarga tercinta atas dukungan, semangat, dan kasih sayang yang tak terhingga selama ini serta doa buat penulis. Selain itu penulis juga mengucapkan terima kasih kepada rekan-rekan mahasiswa Teknik Kimia Kelas B angkatan 2008, terima kasih atas dukungan, semangat dan bantuannya buat penulis.

DAFTAR PUSTAKA

- Darnoko, D. Dan Cheryan, M. 2000. *Kinetics Of Palm Oil Transesterification In A Batch Reactor*, J. Am. Oil chem. Soc., 74,1457-1463
- Darnoko. 2005. *Minyak Sawit dan Kandungan Karoten*. Jurnal Agrotek 5.
- Fauzi, Y. 2004. *Kelapa Sawit, Budidaya Pemanfaatan Hasil Dan Limbah Analisis Usaha Dan Pemasaran*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Fessenden, R.J., dan Fessenden, J.S.,1986, *Kimia Organik*, Edisi Ketiga. Jakarta: Erlangga.
- Freedman, B., E.H. Pyryde, and T.H. Mounts, 1984, *Variables affecting The Yields of Fatty Esters from Transesterified Vegetable Oils*, *JAOCS*, 61:1638-1643.
- Freedman, B. Royden. O. B, and Everett H. P, 1986, *Transesterificatin Kinetics Of Soybean Oil*. *JAOCS*; 63:10-5
- Hambali, E., Mujdalipah, S., Armansyah, Pattiwiri, A., Waries, dan Handroko 2007. *Teknologi Bio Energi*. Jakarta : Penerbit Agromedia.
- Hikmah,M,N.,Zuliyana. 2010. *Pembuatan Metil Ester (Biodiesel) dari Minyak Dedak dan Metanol dengan Proses Esterifikasi dan Transesterifikasi*. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Ketaren, 1986, *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*, UI Press, Jakarta.
- Ketta, Mc. J.J., 1978, *Encyclopedia of Chemical Processing and Design*, Vol. 1, Marcell Dekker, New York
- Lubis, 2008. *Pembuatan Biodisel dari Minyak Sawit Mentah dengan Metanol Menggunakan Katalis Kalium Hidroksida*. Universitas Sumatera Utara.
- Martini, R. 2007. *Teknologi Proses Produksi Biodisel*. Jakarta.
[http://www.Geocinecoin/inaik-al-bpp./ptiblish/bi-ofl\)bin/b'trah.pdf](http://www.Geocinecoin/inaik-al-bpp./ptiblish/bi-ofl)bin/b'trah.pdf). Diakses tanggal 15 Desember 2012.
- Mariska, B., 2011, *Gas Chromatography Mass Spectrometry*, [http:// bonimariska.blogspot.com / 2011/ 05/ font-definitions-font- face- font. Html](http://bonimariska.blogspot.com/2011/05/font-definitions-font-face-font.html), 12 September 2012
- Meikrantz, D. H 2005. *Design Attributes and Scale Up Testing of Annular Centrifugal*

- Contractors. Idaho National Laboratory, Idaho Fall.
- Mittlebach, M., and Remschmidt, C., 2004. *Biodiesel the Comprehensive Handbook*. Vienna. Boersedruck Ges. M. bH
- Pakpahan, A., 2001. *Palm biodiesel: Its Potency, technology, business prospect, and environmental implication in Indonesia*. Proceedings of the International Biodiesel Workshop, Enhancing Biodiesel Development and Use Medan Oktober 2-4, 2001. Ministry of Agriculture RI, Jakarta.
- Panggabean, S., 2012. *Analisis Kinetika Reaksi Transesterifikasi pada Produksi Biodiesel secara Katalitik dengan Static Mixing Reactor*. Institut Pertanian Bogor, Bogor
- Prihandana, R., Hendroko, R., Nuramin, M., 2006. *Menghasilkan Biodiesel Murah*. PT Agromedia Pustaka. Jakarta.
- Rofiqi, F., 2012, Definisi, *Instrumentasi, Prinsip Kerja, dan Metode Analisis Gas Chromatography Mass Spectrometry (GCMS)*, [http:// fuadrofiqi. blogspot. com/2012/02/definisi-instrumentasi-prinsip-kerja.html](http://fuadrofiqi.blogspot.com/2012/02/definisi-instrumentasi-prinsip-kerja.html), 12 September 2012.
- Sahirman. 2009. *Perancangan Proses Produksi Biodiesel dari Minyak Biji Nyamplung (Calophyllum inophyllum L.)*. ITB. Bandung.
- Soerawidjaja, T. H. dan A. Tahar, 2003, “*Menggagas Kebijakan Pengembangan Biodiesel di Indonesia*”, Prosiding Seminar Peluang Bisnis Industri Hilir Kelapa Sawit, Serpong.
- Soerawidjaja, Tatang H. 2005. *Minyak-lemak dan produk-produk kimia lain dari kelapa*”. Handout kuliah Proses Industri Kimia, Program Studi Teknik Kimia, Institut Teknologi Bandung.
- Sudradjat, R. 2006. *Memproduksi Biodisel Jarak Pagar*. Bogor. Penebar Swadaya.
- Suryani, 2009. *Penurunan Asam Lemak Bebas dan Transesterifikasi Minyak Jelantah menggunakan Kopelarut Metil Tersier Butil eter (MTBE)*. Surakarta.
- Susilo. B, 2006. *Biodiesel sumber Energi Alternatif Pengganti Solar yang Terbuat dari Ekstraksi Minyak Jarak Pagar*, Trubus Agrisarana, Surabaya.
- Syah, A. N. A. 2006. *Biodisel Jarak Pagar Bahan Bakar Alternatif yang Ramah Lingkungan*. Jakarta: Agro Media Pustaka.
- Turner, L. T. 2005. *Modeling and Simulation of Reaction Kinetics for Biodiesel Production Mechanical Engineering*. North Caroline State University.
- Van Gerpen, Shanks, Pruzko, 2004, *Biodiesel Analytical Methods*, NREL/SR-510-36420.
- Westernt, K. R., Van Swaij, W. M. P., and Beenackers, A.A.C.M., 1984, *Chemical Reactor and Operation*. 2 ed., pp. 16,, John Wiley

