

SERPIH SILAT DAERAH NANGASERAWAI, KABUPATEN SINTANG, PROVINSI KALIMANTAN BARAT DAN POTENSINYA SEBAGAI SERPIH GAS

Oleh:

Robert Lumban Tobing

Pusat Sumber Daya Geologi
Jalan Soekarno Hatta No.444, Bandung

SARI

Serpih Silat termasuk di dalam Cekungan Melawi yang terendapkan pada lingkungan lakustrin dan delta. Satuan ini tersusun oleh batuan serpih berwarna abu-abu kehitaman-kecoklatan, struktur laminasi, menyerpih, keras dan getas. Setempat-setempat terdapat sisipan batupasir halus berwarna kelabu kekuningan.

Hasil analisis geokimia organik dan maseral pada conto serpih terindikasi mengandung material organik dengan kategori sedang-baik. Material organik tersebut terdiri dari maseral vitrinit dan liptinit. Maseral vitrinit berasal dari tumbuhan tinggi, dan maseral liptinit berasal dari lemak tanaman atau alga laut. Berdasarkan hasil analisis TOC, kandungan organik pada serpih tersebut berkisar 0,54 -1,15%, yang merupakan kerogen tipe III dan campuran antara kerogen tipe II/III. Kerogen tipe III memiliki kecenderungan untuk menghasilkan gas, sedangkan campuran kerogen tipe II/III memiliki kecenderungan menghasilkan gas dan minyak.

Kata kunci: geokimia organik, kematangan, kerogen, lemak tanaman, maseral, organik, petrografi, serpih gas.

ABSTRACT

Silat shale was deposited on lacustrine and delta environment in Melawi Basin. It composed of blackish-brownish gray shale, with laminated structures, shally, hard and brittle. Locally intercalated with yellowish gray of fine sandstone

Organic geochemistry and maceral analyses indicate fair to good organic material content, which consists of vitrinite and liptinite maceral. Vitrinite maceral is organic matter derived from taller plants, while liptinite maceral derived from marine algae or fat of plants. TOC analysis ranges from 0.54 to 1.15%, with type III kerogen and mixture of kerogen type II/III. Kerogen type III tends to produce gas, whilst kerogen type II/III tends to produce gas and oil.

Key words: shale gas, organic geochemistry, organic, petrography, maceral, kerogen, maturity.

PENDAHULUAN

Ketergantungan pada minyak dan gas bumi konvensional sebagai sumber energi utama, diiringi dengan kenaikan dan tingginya harga minyak dan menurunnya cadangan minyak dalam negeri, menyebabkan perlunya menemukan sumber energi baru sebagai energi pengganti. Serpih gas merupakan salah satu sumber energi nonkonvensional pengganti minyak dan gas bumi konvensional.

Sumber daya gas di alam dibagi dalam dua kategori yaitu gas konvensional dan nonkonvensional. Gas konvensional adalah tipe gas yang ditemukan di dalam reservoir dengan permeabilitas lebih besar dari 1 millidarcy (mD) dan dapat diekstrak melalui teknik tradisional yang relatif mudah dan biaya yang lebih murah. Sebaliknya, gas nonkonvensional adalah gas

yang ditemukan di dalam reservoir dengan permeabilitas relatif kecil atau kurang dari 1 mD dan tidak dapat diekstrak dengan metode tradisional. Rendahnya nilai permeabilitas pada reservoir gas nonkonvensional menyebabkan gas tersebut hanya dapat dieksploitasi dengan teknik khusus, salah satunya adalah *fracture stimulation (fracking)* agar dapat diproduksi dan memiliki nilai komersial.

Menurut Yen dan Chilingarian (1976), formasi batuan yang mengandung endapan serpih pada umumnya terendapkan dalam suatu lingkungan yang tenang, baik lingkungan air asin dan air tawar, danau, delta dan rawa-rawa. Kandungan material organik serpih umumnya berasal dari alga dan sisa-sisa tetumbuhan.

Tulisan ini dimaksudkan untuk mengetahui karakteristik serpih silat di daerah Nangaserawai dan sekitarnya (Gambar 1).



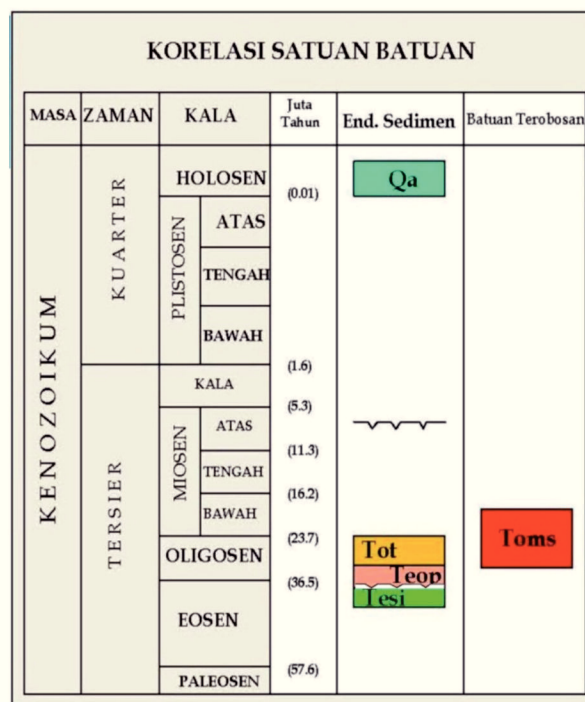
Gambar 1. Lokasi daerah penyelidikan

Geologi Daerah Penelitian

Morfologi daerah penelitian tersusun oleh perbukitan bergelombang sedang, landai, dan pedataran. Morfologi perbukitan bergelombang sedang menempati bagian barat-tengah daerah penelitian dengan ketinggian 400-650 meter dari permukaan laut (m dpl). Sungai yang mengalir di lokasi ini mempunyai pola aliran subparalel dengan erosi vertikal. Perbukitan bergelombang landai menempati bagian timur-tenggara dengan ketinggian berkisar 150-400 meter dari permukaan laut, serta daerah pedataran menempati bagian selatan dan utara

dengan ketinggian <150 meter dari permukaan laut. Pola aliran sungai di lokasi ini memiliki pola aliran *meandering* dengan erosi lateral.

Stratigrafi di daerah penelitian tersusun oleh batuan sedimen berumur Eosen Akhir-Holosen. Urutan formasi dari yang tua ke muda adalah Serpih Silat (Tesi) berumur Eosen Atas, Formasi Payak (Teop) berumur Eosen Atas-Oligosen, Formasi Tebidah (Tot) berumur Oligosen Atas-Miosen Bawah, Terobosan Sintang berumur Oligosen-Miosen Bawah, dan Aluvium berumur Holosen (Gambar 2).



Gambar 2. Kolom stratigrafi daerah penelitian.

Struktur geologi yang berkembang adalah struktur lipatan berupa sinklin dan antiklin dengan sumbu lipatan berarah baratdaya-timurlaut, serta sesar geser menganan (*dextral*) berarah baratdaya-timurlaut dan utara-selatan.

Metode

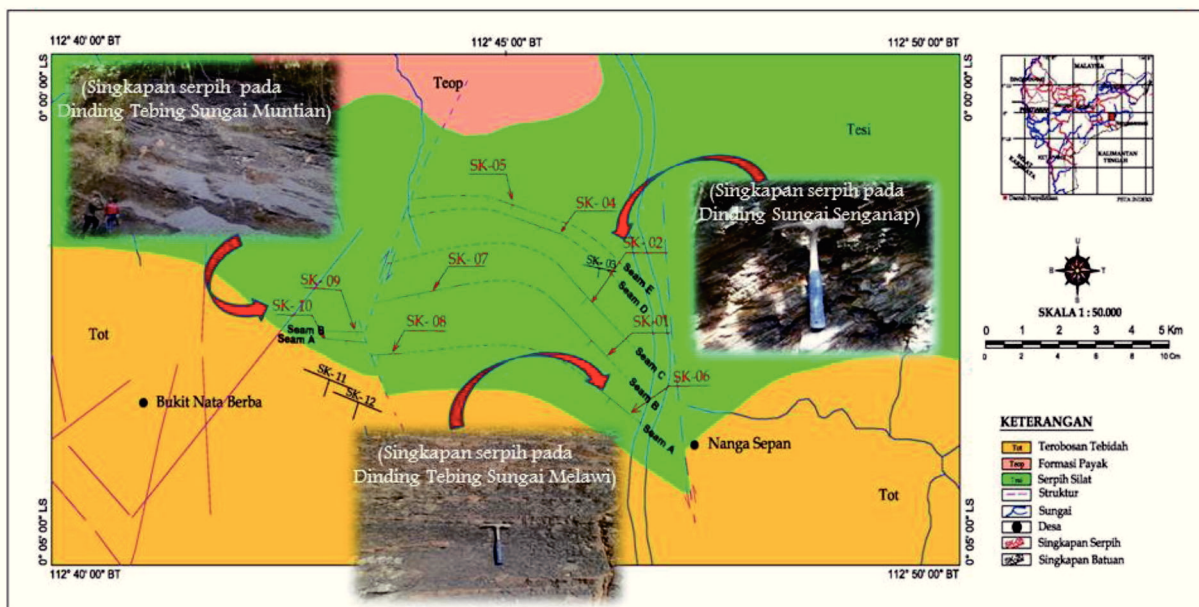
Metode penelitian yang akan dilakukan adalah menganalisis, mengkompilasi, dan mengestimasi data hasil analisis TOC (*Total Organic Carbon*), pirolisis, retort, analisis maseral dan Rv (Reflektansi vitrinit) conto serpih. Analisis TOC bertujuan untuk mengetahui kekayaan/kelimpahan material organik, analisis pirolisis, maseral, dan Rv bertujuan untuk mengetahui tipe kerogen, kematangan, serta potensi material organik untuk menghasilkan hidrokarbon, sedangkan analisis *retort* merupakan suatu metode estimasi kandungan minyak yang dapat dihasilkan dari conto batuan melalui proses pemanasan hingga mencapai

temperatur 550°C (Waples, 1985).

HASIL ANALISIS

Data Lapangan

Dari hasil pemetaan geologi di lapangan, ditemukan 9 lokasi singkapan serpih. Singkapan-singkapan tersebut ditemukan pada tebing jalan yang telah terkupas dan dinding sungai. Secara megaskopis, lapisan serpih yang ditemukan berwarna kelabu kehitaman-kekoklatan, struktur laminasi, menyerpih, keras dan getas. Setempat-setempat terdapat sisipan batupasir halus, berwarna kelabu-kekuningan. Diperkirakan endapan serpih di lokasi ini terdiri dari 5 lapisan (*seam*), masing - masing lapisan diberi notasi seam A, B, C, D, dan E dengan ketebalan lapisan berkisar 1-15 meter. Secara umum, lapisan serpih ini memiliki jurus (*strike*) berarah tenggara-baratlaut, serta kemiringan (*dip*) berarah baratdaya (Gambar 3).



Gambar 3. Foto dan peta lokasi singkapan Serpih di daerah penelitian.

Data Laboratorium

Kekayaan material organik conto serpih Formasi Serpih Silat ditentukan dengan analisis maseral dan analisis TOC.

Berdasarkan terminologi Hutton (2006), secara mikroskopik, maseral organik conto serpih didominasi oleh maseral vitrinit dan liptinit berkisar <math><0,1-0,49\%</math>, dan inertinit <math><0,1\%</math>. Komponen mineral di dalam conto serpih terdiri dari pirit berkisar 0,1-0,49%, dan oksida besi berkisar <math><0,1-9,99\%</math>.

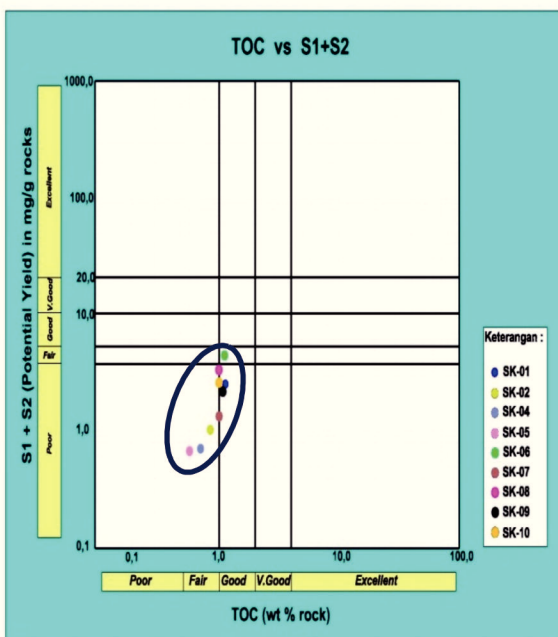
Berdasarkan data hasil analisis TOC (Tabel 1), mengindikasikan bahwa conto serpih mengandung karbon organik berkisar 0,54 -

1,15%. Terdapat 4 conto yang memiliki kandungan material organik 0,5 - 1%, (Kode Conto SK-02, SK-04, SK-05, dan SK-07), serta 5 conto dengan kandungan material organik berkisar 1,0-2,0% (Kode Conto SK-01, SK-06, SK-08, SK-09 dan SK-10).

Penggunaan parameter TOC dan PY (S1+S2) berupa plot silang pada diagram TOC terhadap PY (Gambar 4) memperlihatkan bahwa kekayaan material organik dan potensi conto serpih untuk menghasilkan hidrokarbon termasuk dalam kriteria sedang-baik (*fair-good*) sebagai batuan sumber.

Tabel 1.
Hasil Analisis TOC, pirolisis, maseral, Rv, dan *retort* conto batuan serpih di lokasi penelitian.

KODE	MINYAK (L/TON)	TOC (%)	S1	S2	S3	Tmaks (°C)	PI	PY	HI	OI	Maseral (%)			
											Rv	Liptinit	Vitrinit	Inertinit
SK-01	0	1,15	0,54	1,98	1,08	452	0,21	2,52	173	94	-	-	-	<0,1
SK-02	0	0,8	0,18	0,81	0,67	451	0,18	0,99	102	84	0,45	<0,1	0,1-0,49	<0,1
SK-04	0	0,66	0,17	0,48	0,6	461	0,26	0,65	72	92	-	-	-	-
SK-05	0	0,54	0,13	0,56	0,63	452	0,19	0,69	102	116	-	-	-	-
SK-06	1	1,15	0,50	3,77	0,37	445	0,12	4,27	327	32	0,29	0,1-0,49	<0,1	<0,1
SK-07	0,5	1	0,42	0,85	0,44	445	0,33	1,27	85	44	-	0,1-0,49	<0,1	<0,1
SK-08	0	1,06	0,76	2,58	0,27	443	0,23	3,34	243	26	0,35	<0,1	<0,1	<0,1
SK-09	0	1,12	0,87	1,28	0,31	442	0,41	2,15	114	28	-	-	-	-
SK-10	0	1,02	0,78	1,74	0,33	446	0,31	2,52	170	32	-	-	-	-



Gambar 4. Plot silang antara nilai TOC dan PY

Tipe material organik akan ditentukan berdasarkan data hasil analisis maseral, nilai HI (Hidrogen Indeks) dan OI (Oksigen Indeks). Tipe material organik merupakan cerminan dari maseral-maseral penyusun pada batuan sedimen.

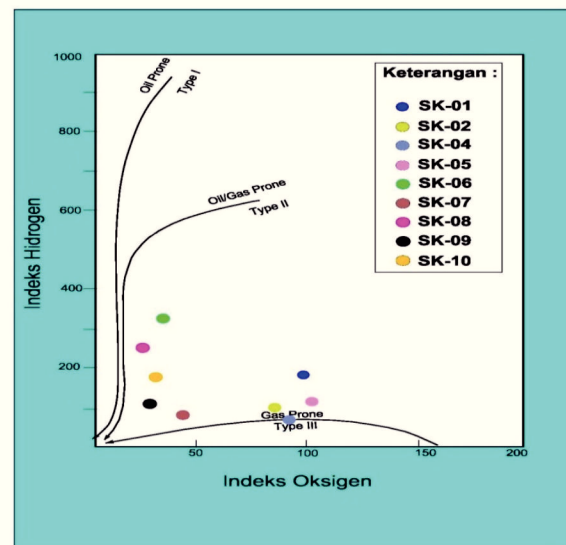
Berdasarkan hasil analisis maseral, conto serpih didominasi oleh maseral vitrinit dan liptinit.

Plot silang antara HI dan OI pada diagram van Krevelen (Gambar 5), memperlihatkan bahwa material organik di dalam conto serpih merupakan kerogen tipe III dan campuran antara tipe II/III.

Kematangan material organik conto serpih akan ditentukan berdasarkan nilai Rv dan nilai Tmaks (temperatur maksimum).

Pengukuran Rv yang dilakukan pada conto serpih berkisar 0,29-0,45% (Tabel 1), mengindikasikan bahwa material organik dikategorikan belum matang (*immature*).

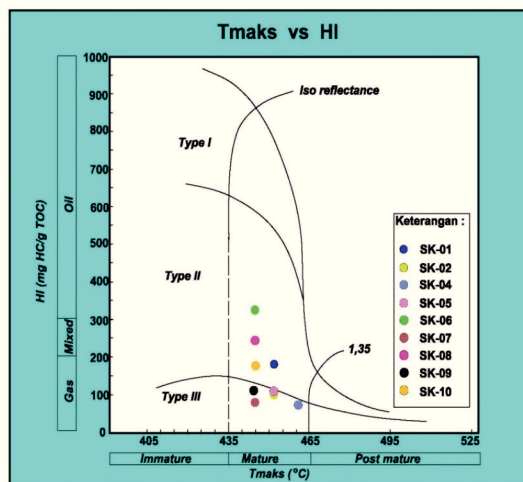
Tahap awal matang material organik berdasarkan nilai Rv adalah sebesar 0,6%, dan puncak kematangan 1,35% (Waples, 1985).



Gambar 5. Plot silang antara nilai HI terhadap OI

Berdasarkan data hasil analisis pirolisis diperoleh nilai Tmaks sebesar 442°C - 461°C (Tabel 1). Nilai-nilai tersebut mengindikasikan bahwa material organik dikategorikan telah matang. Tahap awal matang material organik dengan analisis pirolisis $\geq 435^\circ\text{C}$ (Waples, 1985). Plot silang antara Tmaks dan HI pada diagram Tmaks terhadap HI memperlihatkan bahwa conto serpih berada pada tahap matang (Gambar 6).

Dari hasil analisis *retort* yang dilakukan (Tabel 1), menunjukkan dua conto batuan yang menghasilkan minyak, yaitu berkisar 0,5-1 liter/ton batuan, sedangkan 7 conto batuan lainnya tidak menghasilkan minyak. Tingginya nilai TOC dan sedikitnya kandungan minyak yang dihasilkan dari conto batuan mengindikasikan bahwa material organik ditafsirkan memiliki kecenderungan menghasilkan gas.



Gambar 6. Plot silang antara nilai Tmaks dan HI

DISKUSI

Serpil Silat termasuk dalam Cekungan Melawi (Williams dan Heryanto, 1986; dalam Harahap dkk., 2003) yang terendapkan pada lingkungan lakustrin dan delta (Margono, dkk., 1995). Tersusun oleh serpil berwarna kelabu kehitaman-kecoklatan, struktur laminasi, menyerpil, keras dan getas. Setempat-setempat terdapat sisipan batupasir halus berwarna kelabu kekuningan. Lapisan serpil di lokasi ini memiliki ketebalan relatif besar. Ketebalan lapisan dan kenampakan struktur laminasi pada lapisan serpil mencirikan suatu proses sedimentasi yang terjadi secara terus menerus dan terjadi pada lingkungan pengendapan dengan arus relatif tenang (Tissot dan Welte, 1984).

Berdasarkan data hasil analisis TOC diketahui bahwa kekayaan/kelimpahan material organik conto serpil di daerah penelitian adalah berkisar 0,54 - 1,15%. Menurut Waples (1985), batuan sedimen yang memiliki kandungan TOC berkisar 0,5 - 1% tidak memiliki potensi sebagai batuan sumber hidrokarbon yang efektif, sedangkan batuan dengan kandungan antara 1-2% merupakan batuan yang cukup berpotensi sebagai batuan sumber hidrokarbon.

Berdasarkan analisis petrografi organik, diperlihatkan bahwa conto serpil Serpil Silat mengandung material organik yang didominasi oleh vitrinit dan liptinit. Maseral vitrinit merupakan material organik yang berasal dari tumbuhan tinggi dan merupakan kerogen tipe III yang memiliki kecenderungan menghasilkan gas, sedangkan maseral liptinit berasal dari lemak tanaman dan merupakan kerogen tipe II yang memiliki kecenderungan menghasilkan minyak (Waples, 1985).

Menurut Peters dan Cassa (1994), nilai HI berkisar 50-200 mg HC/g TOC merupakan kerogen tipe III yang memiliki kecenderungan menghasilkan gas, sedangkan nilai HI berkisar

200-300 mg HC/g TOC merupakan campuran kerogen tipe II/III yang memiliki kecenderungan menghasilkan gas dan sedikit minyak.

Hasil analisis pirolisis mengindikasikan bahwa conto serpil berada pada tahap matang (*mature*), akan tetapi, hasil analisis reflektansi vitrinit menunjukkan bahwa conto batuan memiliki nilai Rv sangat rendah dan mengindikasikan ketidakmatangan material organik. Menurut Taylor, dkk; 1998, nilai reflektansi vitrinit pada serpil minyak dan gas atau batuan sumber hidrokarbon sangat rendah. Menurut Subroto (2004), analisis reflektansi vitrinit memiliki kelemahan dalam menentukan tingkat kematangan suatu batuan sumber, hal ini disebabkan oleh maseral vitrinit yang ditemukan pada conto batuan sedimen halus merupakan material organik yang telah tertata ulang atau material lain (bukan vitrinit) yang terpadatkan dan sering teramati sebagai maceral vitrinit, sehingga tingkat kematangan yang teramati tidak sesuai dengan nilai kematangan sebenarnya.

KESIMPULAN

Dari uraian di atas, maka dapat di ambil kesimpulan sebagai berikut:

- Endapan serpil di daerah penelitian diperkirakan terdiri dari 5 lapisan dengan notasi Seam A, B, C, D, dan E, dengan ketebalan berkisar 1-15 meter.
- Secara umum, lapisan serpil memiliki jurus (*strike*) berarah tenggara-baratlaut, serta kemiringan (*dip*) berkisar 5-32° berarah baratdaya.
- Kekayaan/kelimpahan material organik conto serpil di daerah penelitian berkisar 0,54-1,15% dengan kategori sedang-baik sebagai batuan induk.
- Material organik pada conto batuan merupakan kerogen III dan tipe II/III, yang cenderung menghasilkan gas dan silikit minyak.
- Hasil analisis pirolisis dan *retort* mengindikasikan bahwa material organik pada puncak kematangan memiliki kecenderungan membentuk gas (*gas prone*).
- Nilai Tmaks hasil analisis berkisar 442-461°C mengindikasikan bahwa conto serpil dikategorikan telah matang (*mature*).

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Kepala Pusat Sumber Daya Geologi dan Koordinator Kelompok Penyelidikan Energi Fosil atas dukungannya, serta kepada rekan-rekan kerja yang telah banyak memberikan masukan-masukkan sehingga tulisan ini dapat diselesaikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Harahap, B.H., Bachri, S., Baharuddin., Suwarna N., Panggabean, H., Simanjuntak T.O. 2003. Stratigraphic Lexicon of Indonesia, (Special Publication No. 29), Geological Research and Development Centre, Bandung.
- Hutton, A.C. 1987. Petrographic classification of oil shales: International Journal of Coal Geology, 203-231, Elsevier science publisher B.V., Amsterdam.
- Hutton, A.C. 2006. Organic petrography and classification of oil shales: Oil shales workshop, University of Wollongong, Australia.
- Margono, U., Sujitno, T., Santosa, T. 1995. Peta Geologi Lembar Tumbanghram, Kalimantan, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Peters, K.E., and Cassa, M.R. 1994. Applied Source Rock Geochemistry: The Petroleum System From Source Rock to Trap, AAPG, Memoirs 60.
- Subroto, E.A. 2004. Pengenalan Geokimia Minyak Bumi, Jurusan Teknik Geologi, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Taylor, G.H., Teichmuller, M., Davis, A., Diessel, C.F.K., Littke, R., Robert, P. 1998. Organic Petrology: A New Handbook Incorporating Some Revised Parts of Stach's Textbook of Coal Petrology, Gebruder Borntraeger, Berlin, Stuttgart.
- Tissot, B.P., and Welte, D.H. 1984. Petroleum formation and occurrence, Springer Verlag, Berlin.
- Waples, D.W. 1985. Geochemistry in petroleum exploration, International Human Resources Development Corporation, Boston.

Diterima tanggal 9 Februari 2013
Revisi tanggal 10 April 2013