

Melacak Bahan Bakar Minyak Palsu

dengan Sistem Marker

Oleh:

Ir. Subardjo Pangarso

Dra. Desrina

Dra. Yuflinawati Away

SARI

Empat jenis produk bahan bakar minyak yang dipergunakan masyarakat luas di Indonesia adalah kerosine, solar, bensin premium, dan bensin super. Perbedaan harga yang menonjol memberi dorongan untuk memetik keuntungan dengan membaurkan bahan bakar yang murah ke dalam bahan bakar yang mahal. Kerosin, bahan bakar yang harganya sangat murah, dapat dipalsukan atau dibaurkan ke dalam minyak solar atau bensin premium maupun super sekitar 20% colume.

Marker adalah suatu zat yang secara fisika atau reaksi kimia akan menunjukkan lebih jelas keberadaannya daripada kenampakan warna seperti bahan pewarna petroleum. Zat tersebut dapat dipakai untuk melacak bahan bakar yang terbaur dengan bahan bakar lain.

Dua jenis marker, yakni MP dan EBS, dapat dideteksi dari contoh bahan bakar minyak palsu. Marker EBS menampakkan warna ungu kemerahan dalam ekstrak, sedang MP memberi warna merah pada ekstrak setelah diberi sedikit reagen. Bahan bakar yang tidak mengandung marker tidak akan menunjukkan kenampakan warna atau hanya sedikit kekuningan.

Laporan ini menguraikan hasil penelitian cara melacak bahan bakar palsu dengan cara menambahkan marker ke dalam kerosin dan minyak solar yang umumnya dipakai sebagai bahan pencampur dalam bahan bakar lainnya.

ABSTRACT

Four petroleum products are used in large volumes by general public in Indonesia, these are kerosene, diesel fuel, Premium and Super gasoline. Due to substantial price differential, economic incentive exists for adulteration of higher price fuels with lower price. Kerosene, the lowest price fuel can be freely substituted for the automotive diesel fuel and can be used to adulterate both Premium and Super grades of motor gasoline up to 20% by volume.

A marker may be defined as a substance whose presence is determined by physical or chemical reaction rather than visual color as with standard petroleum dyes. It should be used to detect fuel adulteration.

Both marker MP and marker EBS are detected by extraction from suspect samples. Marker EBS gives characteristic reddish violet color directly in the extract. Marker MP reacts in the extract phase with a small amount of added reagent to form a red color. On the absence of marked fuel, the extract phase remain colorless or very slightly yellow.

This report describes methods for detection of fuel adulteration by addition of separate chemical markers to kerosine and diesel fuel, the most commonly used adulterants.

I. PENDAHULUAN

Bahan bakar minyak yang banyak digunakan di dalam masyarakat Indonesia dalam jumlah besar ada beberapa jenis, di antaranya adalah bensin, kerosin, dan solar dengan harga berbeda. Karena perbedaan harga tersebut ada kemungkinan orang mengambil kesempatan untuk membaurkan bahan bakar yang harganya lebih rendah ke dalam bahan bakar yang berharga tinggi.

Sistem marker ini bertujuan untuk menghindari pembauran bahan bakar yang tidak dikehendaki atau pemalsuan bahan bakar. Pembauran bahan bakar akan mengakibatkan konsumen dirugikan baik finansial maupun material (kerusakan mesin).

Kemungkinan pembauran bahan bakar ini dapat dilakukan dengan beberapa cara berikut:

- pembauran kerosin ke dalam bensin premium
- pembauran kerosin ke dalam bensin super
- pembauran kerosin ke dalam solar
- pembauran solar ke dalam bensin premium
- pembauran solar ke dalam bensin super
- pembauran bensin premium ke dalam bensin super.

II. LINGKUP STUDI

Untuk mempelajari berapa jauh kemampuan "fuel marker system" ini dapat mencapai sarannya dalam melacak pembauran bahan bakar satu terhadap bahan bakar yang lain, dilakukan tahapan studi sebagai berikut :

- menentukan jumlah optimal penggunaan marker agar tepat guna dan berdaya guna;
- pengaruh marker terhadap mutu bahan bakar yang bersangkutan;
- mempelajari stabilitas kemampuan marker serta pengaruhnya terhadap waktu penyimpanan.

Dalam penelitian ini dilakukan pembauran kerosin dengan bensin premium, bensin super, dan solar. Sedang pembauran bensin premium terhadap bensin super tidak dikerjakan karena suplai bensin super relatif kecil. Di samping itu dilakukan pembauran solar dalam bensin premium dan dalam bensin super.

III. PELAKSANAAN PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di laboratorium

PPPTMGB "LEMIGAS". Pengujian laboratorium ini mencakup empat hal, yaitu :

- penentuan jumlah marker yang efektif
- pengaruh marker terhadap sifat bahan bakar
- pendeteksian marker MP dan EBS dalam bahan bakar bauran serta pengujian beberapa sifat fisiknya.
- pengujian stabilitas marker dalam bahan bakar terhadap waktu penyimpanan.

Bahan bakar yang akan diuji adalah bahan bakar yang digunakan di Indonesia, yaitu : kerosin, solar, bensin premium, dan bensin super.

Dari bahan-bahan bakar ini disiapkan bauran tanpa marker dan bauran yang telah diberi marker. Kemudian dilakukan pembauran kerosin ke dalam solar, bensin premium, dan super sampai tingkat perbandingan 25% volume dan pembauran solar ke dalam bensin premium dan super sampai tingkat perbandingan 10% volume.

A. Penentuan jumlah marker yang efektif

Tujuan penentuan ini adalah untuk mendapatkan jumlah marker terhadap bahan bakar pembaur yang efektif. Dalam hal ini dipergunakan blanko sebagai pembanding terhadap bahan bakar pembaur dengan penambahan marker yang optimal. Dalam percobaan dipergunakan dua jenis marker yaitu : marker MP, tak berwarna untuk kerosin; dan marker EBS, berwarna kekuningan untuk solar.

Pada percobaan pertama, disiapkan kerosin dan marker MP dengan konsentrasi berturut-turut 12, 13, 15, dan 16 ppm (basis berat/vol); lalu masing-masing dideteksi dengan reagen MP. Pendeteksian ini dilakukan dengan cara menyiapkan *extractant* sekitar 3 ml diikuti 1 sampai 2 tetes reagent MP ke dalam tabung/botol 20 ml. Kemudian dimasukkan contoh yang diperiksa dan dikocok 1 menit. Maka akan tampak lapisan terpisah berwarna merah pada dasar tabung botol contoh tersebut.

Makin rendah konsentrasi marker, hasil deteksi akan menunjukkan warna merah yang makin tipis. Dalam percobaan ini, pengamatan warna optimal pada konsentrasi marker MP 15 ppm diberi nilai 100. Untuk warna lebih tipis diberi nilai kurang dari 100; bila warna merah lebih tebal (tua) diberi nilai lebih dari 100.

Percobaan kedua, disiapkan solar dan marker

EBS dengan konsentrasi 40, 80, dan 120 ppm (basis berat/vol); kemudian dideteksi dengan reagen EBS. Cara deteksi identik dengan cara tersebut di atas, begitu pula cara pengamatan warna. Untuk lebih jelas dapat dibaca pada tabel berikut :

Tabel 1
Pengamatan marker

Bahan bakar	Marker		Pengamatan Warna	
	Jenis	konsentrasi (ppm)	Warna	Nilai
Kerosin	MP	12	—merah tipis	70
		13	merah agak tipis	80
		15	merah	100
		16	merah tua	120
Solar	EBS	40	ungu	80
		80	ungu kemerahan	100
		120	ungu tua	150

Pada percobaan lanjutan dipergunakan kerosin pembaur yang mengandung marker MP sebanyak 15 ppm serta solar pembaur mengandung marker EBS 80 ppm. Masing-masing mengandung sejumlah marker yang optimal karena deteksi warna yang menunjukkan warna optimal.

B. Pengujian sifat bahan bakar sebelum dan sesudah diberi marker

Tujuan pengujian ini ialah untuk melihat pengaruh pemakaian marker terhadap sifat bahan bakar. Pengujian dilakukan terhadap bahan bakar yang tanpa marker dan bahan bakar yang telah diberi marker. Percobaan dilakukan untuk kontrol bensin premium tanpa marker serta dua contoh bensin premium setelah masing-masing ditambah marker MP 15 ppm dan marker EBS 80 ppm. Hal tersebut juga dicoba untuk kerosin dan solar

C. Pengujian stabilitas marker terhadap waktu penyimpanan

Tujuannya adalah untuk melihat dan mengamati ada tidaknya perubahan kemampuan marker dalam campuran bahan bakar setelah penyimpanan. Pengujian terhadap kestabilan dilakukan setelah antara waktu satu bulan sampai dua bulan dalam penyimpanan.

Data pengamatan antara waktu tersebut rata-rata sama sehingga sampai jangka waktu dua bulan kondisi marker dalam bauran tetap stabil seperti tercantum pada Tabel 10, 11, 12, 13, 14, 15 dan 16 berikut.

Tabel 2
Beberapa sifat bensin sebelum dan sesudah diberi marker

Bahan bakar	Angka oktan	Kandungan gum (mg/100 ml)	Copper strip test 3 jam, 50°C	Spec. gravity @ 60/60 °F
Bensin premium	87,1	0,24	1	0,7560
Bensin premium + 15 ppm marker MP	87,2	0,32	1	0,7562
Bensin premium + 80 ppm marker EBS	87,2	0,29	1	0,7561

Tabel 3
Beberapa sifat kerosin dan solar sebelum dan sesudah diberi marker

Bakar bakar	Smoke point (mm)	Viskositas (pada 100°F, cSt)	*) Copper strip test 3 jam
Kerosin	19		1
Kerosin + 15 ppm marker MP	19		1
Solar	—	4,593	1
Solar + 80 ppm Marker EBS	—	4,599	1

*) 50°C untuk kerosin
100°C untuk solar.

IV. PEMBAHASAN

Penelitian penggunaan marker di dalam bahan bakar dititik beratkan pada kemungkinan kerosin sebagai bahan pembaur ke dalam bensin premium, bensin super, dan solar. Namun percobaan juga dilakukan terhadap solar sebagai pembaur ke dalam bensin premium dan super. Pada bahan pembaur inilah marker ditambahkan

agar bahan bakar yang telah terbaaur dapat dilacak. Pelacakan dilakukan dengan mengambil contoh bahan bakar. Extractant 3 ml dimasukkan botol pereaksi lalu ditambah beberapa tetes pereaksi tertentu diikuti contoh bahan bakar, kemudian dikocok satu menit. Deteksi positif bila lapisan bawah yang terpisah nampak perubahan warna, deteksi negatif bila lapisan bawah tidak berubah warna.

Tabel 4
Perbandingan bauran bahan bakar pembaur dengan bahan bakar asli

No.	Bahan bakar pembaur	
	Kerosin	Premium/Super/Solar
1.	5% - vol	95% - vol
2.	10% - vol	90% - vol
3.	15% - vol	85% - vol
4.	20% - vol	80% - vol
5.	25% - vol	75% - vol
	Solar	Premium/Super
1.	2% - vol	98% - vol
2.	4% - vol	96% - vol
3.	6% - vol	94% - vol
4.	8% - vol	92% - vol
5.	10% - vol	90% - vol

Selanjutnya dalam laporan ini akan dibahas jumlah marker yang dibutuhkan dalam bahan bakar pembaur, pengaruh marker di dalam bahan bakar, serta pelacakan bahan bakar bauran.

A. Kuantitas marker

Marker MP tidak berwarna dan cocok dipergunakan di dalam kerosin yang akan tetap jernih tidak berwarna. Sedang marker EBS berwarna kekuning-kuningan sesuai untuk dipergunakan di dalam solar (Tabel 1).

Untuk menentukan jumlah marker yang minimal tetapi cukup efektif, maka dicoba beberapa jumlah ppm dalam bahan bakar pembaur. Marker MP untuk kuantitas marker antara 12 ppm dan 16 ppm. Dari beberapa contoh tersebut pengamatan warna merah optimal diperoleh pada kuantitas 15 ppm marker Mp dalam kerosin. Sedang marker EBS di dalam solar dengan percobaan yang identik seperti tersebut di atas, pengamatan warna ungu kemerahan yang optimal didapat pada kuantitas 80 ppm (Tabel 1).

B. Pengaruh marker terhadap bahan bakar.

Percobaan dilakukan terhadap tiga contoh bensin premium, yaitu contoh ke-1 tanpa

Tabel 5
Pengujian bensin premium terbaaur kerosin.

Bahan bakar		Kenampakan	Pengamatan deteksi marker		Specific gravity @ 60/60 °F	Existent gum mg/100 ml
BP % vol	KR-MP % vol		Warna	Nilai		
95	5	jernih kuning	merah tipis sekali	20	0.7594	0.16
90	10	jernih kuning	merah tipis	40	0.7627	0.20
85	15	jernih kuning	merah tipis	60	0.7661	0.26
80	20	jernih kuning	merah tipis	70	0.7696	0.32
75	25	jernih kuning	merah tipis	80	0.7716	0.48
0	100	tak berwarna	merah	100	0.8181	-

marker sebagai blanko, contoh ke-2 mengandung marker MP 15 ppm, dan contoh ke-3 mengandung marker EBS 80 ppm.

Pada Tabel 2 tercantum angka oktana ke-3 contoh sama 89,1–89,2, pengamatan uji copper strip semua 1. Hal tersebut menunjukkan bahwa adanya marker tidak mengubah sifat utama

bensin serta tidak korosif.

Demikian halnya pengaruh marker terhadap kerosin, titik asap (*smoke point*), dan korosifitas tidak menunjukkan perubahan. Juga ada marker di dalam solar tidak mengubah viskositas dan nilai uji copper strip, berarti adanya marker tidak mempengaruhi sifat bahan bakar ini (Tabel 3).

Tabel 6
Pengujian bensin super terbaur kerosin

Bahan bakar		Kenampakan	Pengamatan Deteksi marker		Specific gravity @ 60/60°F	Existent gum mg/100 ml
BS % vol	KR-MP % vol		Warna	Nilai		
95	5	Jernih merah	merah tipis sekali	20	0.7689	0.18
90	10	Jernih merah	merah tipis	40	0.7717	0.24
85	15	Jernih merah	merah tipis	60	0.7748	0.32
80	20	Jernih merah	merah tipis	70	0.7776	0.62
75	25	Jernih merah	merah tipis	80	0.7809	0.76
0	100	tak berwarna	merah	100	0.8181	—

Tabel 7
Pengujian solar terbaur kerosin

Bahan bakar		Kenampakan	Deteksi marker		Specific gravity @ 60/60 °F
SL % vol	KR-MP % vol		Warna	Nilai	
95	5	kuning jernih	ungu tipis sekali	20	0.8616
90	10	kuning jernih	ungu tipis	40	0.8597
85	15	kuning jernih	ungu tipis	60	0.8575
80	20	kuning jernih	ungu tipis	70	0.8549
75	25	kuning jernih	ungu	80	0.8529
0	100	tak berwarna	ungu kemerahan	100	0.8181

Tabel 8
Pengujian bensin premium terbaur solar

Bahan bakar		Kenampakan	Deteksi marker		Specific gravity @ 60/60 °F	Existent gum mg/100 ml
BP % vol	SL-EBS % vol		Warna	Nilai		
98	2	kuning jernih	tak ada	0	0.7591	0.26
96	4	kuning jernih	tak ada	0	0.7614	0.30
94	6	kuning jernih	ungu tipis sekali	25	0.7623	0.40
92	8	kuning jernih	ungu tipis	40	0.7643	0.68
90	10	kuning jernih	ungu tipis	50	0.7665	0.72
0	100	kuning jernih	ungu kemerahan	100	0.8640	—

Tabel 9
Pengujian bensin super terbaur solar

Bahan bakar		Kenampakan	Deteksi marker		Specific gravity @ 60/60 °F	Existent gum mg/100 ml
BS % vol	SL-EBS % vol		Warna	Nilai		
98	2	merah jernih	tak ada	0	0.7705	0.16
96	4	merah jernih	tak ada	0	0.7719	0.24
94	6	merah jernih	ungu tipis sekali	25	0.7726	0.32
92	8	merah jernih	ungu tipis	40	0.7741	0.44
90	10	merah jernih	ungu tipis	50	0.7772	0.58
0	100	kuning	ungu kemerahan	100	0.8640	—

Tabel 10
Pengujian stabilitas bensin premium terbaur kerosin

Bahan bakar		Kenampakan	Deteksi marker		Specific gravity @ 60/60 °F	Existent gum mg/100 ml
BP % vol	KR-MP % vol		Warna	Nilai		
95	5	Jernih kuning	merah tipis sekali	20	0.7616	0.20
90	10	Jernih kuning	merah tipis	40	0.7629	0.26
85	15	Jernih kuning	merah tipis	60	0.7669	0.32
80	20	merah tipis	merah tipis	70	0.7705	0.36
75	25	Jernih kuning	merah tipis	80	0.7754	0.40
0	100	Jernih tak berwarna	merah	100	0.8181	—

Identifikasi contoh-contoh yang dipergunakan dalam percobaan selanjutnya dibuat catatan berupa sirngkatan sebagai berikut :

Catatan:

Marker = MP atau EBS	Bensin Premium	= BP	Bensin Premium dicampur Solar	= BP/SL
Kerosin = KR	Bensin Super	= BS	Bensin Super dicampur kerosin	= BS/KR
Solar = SL	Bensin Premium dicampur kerosin	= BP/KR	Bensin Super dicampur Solar	= BS/SL

Tabel 11.
Pengujian stabilitas bensin super terbaur kerosin

Bahan bakar		Kenampakan	Deteksi marker		Specific gravity @ 60/60 °F	Existent gum mg/100 ml
BS % vol	KR-MP % vol		Warna	Nilai		
95	5	Jernih merah	merah tipis sekali	20	0,7689	0,18
90	10	Jernih merah	merah tipis	40	0,7717	0,24
85	15	Jernih merah	merah tipis	60	0,7748	0,32
80	20	Jernih merah	merah tipis	70	0,7776	0,62
75	25	Jernih merah	merah tipis	80	0,7809	0,76
-	100	Jernih tak berwarna	merah	100	0,8181	-

Tabel 12
Pengujian stabilitas solar terbaur kerosin

Bahan bakar		Kenampakan	Deteksi marker		Specific gravity @ 60/60 °F	Existent gum mg/100 ml
BS % vol	KR-MP % vol		Warna	Nilai		
95	5	Kurang jernih	ungu tipis sekali	20	0,8611	-
90	10	Kurang jernih	ungu tipis	40	0,8587	-
85	15	Kurang jernih	ungu tipis	60	0,8573	-
80	20	Kurang jernih	ungu tipis	70	0,8549	-
75	25	Kurang jernih	ungu tipis	80	0,8529	-
0	100	Jernih tak berwarna	ungu kemerahan	100	0,8181	-

C. Pelacakan bahan bakar bauran

Percobaan pendeteksian marker MP dan EBS pada bahan bakar bauran dapat dilihat pada Tabel 5, 6, 7, 8, dan 9. Penelitian ini dengan menggunakan pembaur kerosin yang mengandung 15 ppm Marker MP. Bensin premium yang terbaur dengan kerosin tersebut dapat dilacak mulai baur kerosin 5% vol. Hal yang sama juga untuk bensin super dan solar dapat diamati bilamana terbaur dengan kerosin.

Pembaur solar dengan kandungan marker EBS 80 ppm dalam penelitian selanjutnya digunakan untuk pembauran bensin premium dan super. Dari kedua jenis bensin tersebut, pembauran terdeteksi bila solar yang terbaur mulai 5-6%vol.

Untuk dapat mendeteksi bauran kerosin atau solar di bawah 5%, perlu tambahan jumlah kandungan marker MP atau EBS ke dalam bahan pembaur tersebut.

D. Stabilitas marker terhadap waktu penyimpanan

Contoh bensin premium, super, serta solar yang terbaur dengan kerosin setelah disimpan dalam tempat tertutup selama satu sampai dua bulan, marker MP masih dapat terdeteksi dengan penunjukan warna yang masih sama dengan keadaan permulaan saat pembauran (Tabel 10, 11, dan 12) sehingga kondisi marker MP di dalam bauran beberapa contoh tersebut di atas tetap stabil dalam waktu dua bulan (Tabel 15).

Demikian pula halnya dengan marker EBS yang dikandung solar, keadaan marker tersebut di dalam bauran bensin premium dan super juga masih tetap stabil selama dua bulan (Tabel 16).

E. Sifat bahan bakar sesudah diberi marker

Berat jenis (*specific gravity*) tidak dipe- ngaruhi oleh adanya marker, tetapi kerosin seba- gai pembaur banyak pengaruhnya. Bensin premi- um atau super dengan setiap penambahan pembaur kerosin 5% akan mengalami kenaikan nilai be- rat jenis sekitar 0,003. Demikian pula untuk setiap penambahan pembaur solar 2% berat jenis

akan naik sekitar 0.002, tetapi untuk solar yang terbaur kerosin setiap kenaikan 5% kerosin berat jenis akan turun sekitar 0.002.

Sedang kandungan gum (*existent gum*) pada bensin menjadi bertambah besar karena tambahn- ya bahan pembaur kerosin atau solar.

Pada penelitian ini yang diuji terbatas pada sifat-sifat utama saja; misalnya untuk bensin diuji angka oktana dan existent gum; kerosin dilihat *smoke pont*; serta solar diperiksa visko- sitas. Namun secara keseluruhan diuji sifat korosifitas.

Tabel 13
Pengujian stabilitas bensin premium terbaur solar

Bahan bakar		Kenampakan	Deteksi marker		Specific gravity @ 60/60 °F	Existent gum mg/100 ml
BP % vol	SL-EBS % vol		Warna	Nilai		
98	2	Kuning jernih	tak ada	0	0.7594	0.16
96	4	Kuning jernih	tak ada	0	0.7627	0.20
94	6	Kuning jernih	ungu tipis sekali	25	0.7661	0.26
92	8	Kuning jernih	ungu tipis	40	0.7576	0.32
90	10	Kuning jernih	ungu tipis	50	0.7716	0.48
	100	Kuning	ungu keme- rahan	100	0.8640	—

Tabel 14
Pengujian stabilitas bensin super terbaur solar

Bahan bakar		Kenampakan	Deteksi marker		Specific gravity @ 60/60 °F	Existent gum mg/100 ml
BS % vol	SL-EBS % vol		Warna	Nilai		
98	2	Merah jernih	tak ada	0	0.7695	0.32
96	4	Merah jernih	tak ada	0	0.7713	0.44
94	6	Merah jernih	ungu tipis sekali	25	0.7726	0.58
92	8	Merah jernih	ungu tipis	40	0.7741	0.64
90	10	Merah jernih	ungu tipis	50	0.7753	0.70
0	100	Kuning	ungu ke- merahan	100	0.8640	—

Tabel 15
Stabilitas marker MP dalam bahan bakar

Kero - MP (% vol)	Nilai deteksi					
	Dalam bensin premium		Dalam bensin super		Dalam solar	
	awal	1-2 bln	awal	2 bulan	awal	2 bulan
5	20	20	20	20	20	20
10	40	40	40	40	40	40
15	60	60	60	60	60	60
20	70	70	70	70	70	70
25	80	80	80	80	80	80
100	100	100	100	100	100	100

Tabel 16
Stabilitas marker EBS dalam bahan bakar

Solar-EBS (% vol)	Dalam bensin premium		Dalam bensin super	
	awal	2 bulan	awal	2 bulan
2	0	0	0	0
4	0	0	0	0
6	25	25	25	25
8	40	40	40	40
10	50	50	50	50
11	100	100	100	100

V. KESIMPULAN

Penelitian metode untuk identifikasi pemaluan bahan bakar minyak dengan sistem marker ini dilakukan dengan menggunakan dua bahan bakar pembaur kerosin yang diberi marker MP dan solar yang ditambah marker EBS. Bahan bakar lain yang dibaur dengan kerosin dideteksi dengan reagen MP, sedang yang dibaur solar dideteksi dengan reagen EBS. Beberapa hasil penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut:

* Kuantitas marker yang diberikan ke dalam pembaur, yaitu kerosin dengan 15 ppm marker MP dan solar dengan 80 ppm marker EBS, memberikan warna optimal pada pendeteksian warna.

* Marker MP maupun EBS tidak berpengaruh terhadap beberapa sifat utama bahan bakar, tetap memenuhi spesifikasi yang ditentukan.

* Pelacakan bahan bakar yang terbaaur dengan pembaur tersebut mudah dideteksi pada bauran yang mengandung pembaur mulai 5% vol.

* Kondisi marker MP ataupun EBS di dalam bahan bakar bauran tetap stabil dalam jangka waktu penelitian dua bulan.

Pelacakan bahan bakar yang diduga terbaaur dengan kerosin atau solar dengan metode yang tercantum di dalam penelitian ini, setiap pelaksanaan harus siap dengan perangkat beberapa botol pereaksi serta dua jenis reagen MP dan reagen EBS.

KEPUSTAKAAN

1. Annual Book of ASTM Standards, 1985, "Petroleum Product and Lubricants" vol. 05.01, vol. 05.02.
2. Morton Thiokol Inc. Technical Information, 1985, "Morton Chemical Division 333W. Wacker Drive", Chicago, Il. 60606-1292.