

# PENGARUH MINYAK DAN PENCEMARAN MINYAK TERHADAP PERKECAMBAHAN DAN PERTUMBUHAN PADI DAN KEDELAI

(The Effect of Crude Oil Contamination  
on the Germination and Growth of Rice  
and Soybean)



Soedharoedjian Ronoprawiro dan T. Soejono \*)

## Summary

Worry about the adverse effects of crude oil contamination in agricultural land near oil boring sites is understandable, but how far it will affect plant growth and crop production is worth to be investigated under simulated laboratory and pot experiments.

Two types of soil were employed in these experiments which was taken from the vicinity of the oil well in Rentang, West Java. The crude oil from this oil well is solid at room temperature so that soil contamination should be accomplished by using solvents such as gasoline on petroleum ether, or by heating to 45° — 50° C.

Direct contact of rice grain with crude oil at a temperature of about 45° C did not affect its germination ability, except for prolonged times (90 — 120 minutes). Residual water and distilled water from a mixture of crude oil and water, significantly inhibit growth of padi seed-lings, although its germination ability was not much affected.

Contamination of soil with crude oil dissolved in gasoline, showed that at a concentration of 1 %, growth inhibition of rice seedlings already occurred, but a further increase did not have additional effect. For soybeans, growth inhibition was not obtained until a concentration of 6 % was reached and further increase of concentration did show a greater inhibition.

The growth of rice plants in inundated alluvial soil contaminated with crude oil for 35 days was clearly inhibited only at the highest concentrations of crude oil (25 % — 30 %), but with grumosol, a concentration of only 1 % already showed significant inhibition.

Direct contact of crude oil on leaves of rice and soybean did not generate symptoms of phytotoxicity, but a solution of crude oil in petroleum ether as much as 4,6  $\mu$  l / cm<sup>2</sup> leaf-area significantly inhibit the growth of rice plants.

Oil obtained from destillation of crude oil proved to be very phytotoxic to rice.

## Ringkasan

Kekhawatiran terhadap pengaruh jelek minyak kasar yang mungkin mengotori tanah-tanah pertanian di daerah sekitar sumber-sumber pemboran minyak memang beralasan, namun sampai berapa jauh pengotoran minyak itu akan menunjukkan pengaruh jeleknya, dicoba diteliti pada padi dan kedelai melalui percobaan-percobaan laboratorium dan percobaan-percobaan pot di rumah kaca.

Dua jenis tanah dipergunakan dalam seri percobaan-percobaan ini yang diambil dari daerah asal sumber minyak kasarnya yaitu daerah Rentang, Jawa Barat. Karena pada temperatur kamar, minyak kasar ini

\*) Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Gadjah Mada University.

berbentuk padat maka pencemaran tanah harus dilakukan dengan menggunakan zat pelarut, dalam hal ini bensin biasa dan "petroleum ether", atau dengan pemanasan sampai 45°C — 50°C.

Hasil-hasil percobaan menunjukkan bahwa kontak langsung minyak kasar dengan biji padi pada temperatur 45°C tidak berpengaruh terhadap daya kecambahnya, kecuali bila kontak itu berlangsung cukup lama (90 — 120 menit). Air residu dan air destilat dari campuran minyak kasar dan air nyata menghambat pertumbuhan kecambah padi meskipun daya kecambahnya tidak banyak dipengaruhi.

Pencemaran minyak kasar pada tanah dengan pelarut bensin menunjukkan bahwa pada kadar 1%, sudah terjadi penghambatan pertumbuhan kecambah padi yang nyata, tetapi peningkatan kadar selanjutnya tidak lagi banyak berpengaruh. Untuk kedelai didapatkan bahwa baru pada kadar 6% terlihat penghambatan pertumbuhan tetapi peningkatan kadar selanjutnya mengakibatkan penghambatan yang makin nyata.

Pertumbuhan tanaman semai padi dalam keadaan tergenang sampai umur 35 hari pada tanah aluvial yang dicemari minyak kasar, terlihat mengalami hambatan hanya pada kadar yang sangat tinggi (25% — 30%) sedang pada tanah grumosol, kadar minyak kasar 1% saja sudah menunjukkan penghambatan pertumbuhan.

Kontak minyak kasar langsung pada daun-daun padi dan kedelai tidak menimbulkan gejala-gejala keracunan pada tanaman-tanaman yang masih muda, tetapi larutan minyak kasar dalam "petroleum ether" sebanyak 4,6  $\mu$  l per cm<sup>2</sup> permukaan daun dapat menghambat nyata pertumbuhan tanaman padi.

Minyak hasil destilasi minyak kasar merupakan racun kontak kuat bagi tanaman padi.

## 1. Pendahuluan

Kekhawatiran terhadap pengaruh jelek minyak kasar yang mungkin mengotori tanah-tanah pertanian di daerah sekitar sumber-sumber pemboran minyak memang beralasan, namun sampai berapa jauh pengotoran minyak itu akan menunjukkan pengaruh jeleknya, hingga sekarang belum banyak <sup>yang diketahui</sup> pada tanah-tanah pertanian mungkin dapat terjadi secara langsung dengan mengalirnya luapan minyak ke tanah pertanian atau dapat pula secara tidak langsung, karena terbawa sedikit-sedikit oleh aliran air hujan atau air pengairan yang melalui daerah-daerah minyak ke tanah pertanian di bawahnya. Pengotoran minyak semacam inilah yang dikhawatirkan akan dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman-tanaman pertanian dan mengakibatkan berkurangnya hasil.

Seperti telah umum diketahui di dalam usaha pertanian modern sekarang ini, pengendalian tumbuhan pengganggu banyak dilakukan secara kimiawi, di samping metoda-metoda mekanis. Di dalam metoda kimiawi penggunaan berbagai macam minyak sebagai herbisida ataupun sebagai campuran herbisida dan bahan pelarut herbisida cukup banyak. Kebanyakan jenis minyak yang berasal dari minyak bumi, mulai dari yang ringan sampai yang paling berat, pada umumnya dapat merupakan herbisida kontak yang non-selektif, meskipun ada juga beberapa destilat tingkat tinggi yang dapat digunakan sebagai herbisida selektif (Crafts and Robbins, 1962; Ashton and Crafts, 1973; Fryer and Evans, 1970).

Sebagai suatu herbisida, minyak-minyak pada umumnya mempunyai beberapa sifat yang menguntungkan. Minyak sangat mudah membasahi permukaan tumbuh-tumbuhan dan cenderung untuk meluas di permukaan

sebagai suatu lapisan tipis pada daun-daun cabang-cabang dan batang (Kasasian, 1971; Crafts, 1975).

Jika suatu tumbuhan golongan Graminae seperti padi atau jagung, terkena minyak pada ujungnya, dengan mudah minyak tersebut akan merambat ke bawah dan membunuh semua jaringan dan titik-titik tumbuh di dalam perjalanannya. Minyak diesel misalnya, merupakan herbisida non-selektif yang sangat ampuh dan murah harganya (Crafts and Robbins, 1962).

Secara umum dapatlah dikatakan bahwa minyak, baik yang alifatis maupun yang aromatis, mudah memasuki dan tinggal di dalam lapisan kutikula tumbuh-tumbuhan, untuk selanjutnya menembus ke dalam lapisan terluar membran protoplasma. Masuknya minyak ini mengakibatkan terganggunya keseimbangan yang rawan daripada fase lipoidal protoplasma. Keadaan ini menimbulkan apa yang dinamakan "pelarutan" daripada protoplasma (solubelization), yang akhirnya membawa kematian sel (Audus, 1964; Crafts and Robbins, 1962).

Perkiraan bahwa minyak kasar mempunyai sifat fitotoksik, didasarkan pada kenyataan bahwa banyak senyawa-senyawa hidrokarbon yang berasal dari minyak bumi, merupakan komponen-komponen yang esensial dalam sejumlah herbisida. Dalam banyak hal minyak bumi dan derivat-derivatnya merupakan bahan baku bagi sintesa organik yang menghasilkan senyawa-senyawa organik kompleks yang bersifat meracun tumbuh-tumbuhan (Crafts and Robbins, 1962).

Di dalam penilaian pengaruh pengotoran minyak terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman pertanian, akan dicari pendekatannya dengan mengingat kemungkinan-kemungkinan terjadinya kontak antara bagian-bagian tumbuh-tumbuhan dengan minyak di lapangan. Kontak yang mungkin terjadi adalah kontak secara langsung pada biji, perakaran, daun dan batang. Mungkin juga dapat terjadi kontak melalui air pengairan atau air hujan yang membawa butir-butir atau tetesan-tetesan minyak, yang mengenai batang atau pelepah daun dan daun. Masih juga ada kemungkinan bahwa sebagian minyak yang terkena terik matahari mengalami penguapan dan uap minyak ini mengenai bagian-bagian tumbuhan.

Pada penelitian di dalam laboratorium dan rumah kaca, sudah tentu tidak dapat ditirukan secara sempurna keadaan-keadaan yang sebenarnya mungkin terjadi di lapangan. Dengan demikian di dalam menggunakan hasil-hasil yang didapat sementara ini, hendaknya interpretasinya dilakukan secara hati-hati. Ditinjau secara keseluruhan maka percobaan-percobaan yang dilakukan dapat dibagi menjadi tiga golongan sebagai berikut :

1. Melihat pengaruh pencemaran minyak pada tanah terhadap perkecambahan biji padi dan kedelai. Juga pengaruh minyak kasar secara langsung terhadap perkecambahan biji padi sempat dicoba.

2. Melihat pengaruh pencemaran minyak pada tanah terhadap pertumbuhan semai padi dan kedelai.
3. Melihat pengaruh minyak yang diberikan pada daun terhadap pertumbuhan tanaman semai padi dan kedelai.

## 2. Bahan dan Cara Pelaksanaan Penelitian

Karena minyak kasar dari Rentang ini bersifat padat pada temperatur kamar maka untuk perlakuan-perlakuan terhadap biji secara langsung maupun untuk perlakuan-perlakuan pada permukaan daun, minyak kasar itu perlu dipanaskan lebih dulu sampai  $\pm 45^{\circ}\text{C}$  atau dilarutkan lebih dulu dalam petroleum ether.

Tanah yang dipergunakan dalam percobaan-percobaan ini berupa tanah grumosol dan tanah alluvial yang diambil dari daerah Rentang pula. Untuk mencemari tanah dengan minyak kasar maka tanah terlebih dulu dikeringkan, untuk kemudian ditumbuk dan dihaluskan, sedangkan minyak kasar dilarutkan dalam bensin untuk kemudian dicampur dengan tanah, dalam berbagai perbandingan berat tanah kering angin terhadap berat minyak kasar. Cara pencampuran semacam ini hanya dicoba pada percobaan perkecambahan biji, karena kemudian ternyata bahwa ada pengaruh negatif dari zat pelarut bensin terhadap perkecambahan biji.

Untuk percobaan-percobaan selanjutnya pencampuran tanah dengan minyak kasar dilakukan dengan memanaskan tanah halus dan minyak kasar di dalam wajan berlapis email sampai suhu  $\pm 50^{\circ}\text{C}$  dan mengaduknya terus menerus.

Pada percobaan-percobaan yang meneliti pengaruh minyak yang diberikan melalui daun, selain minyak kasar yang dicoba, juga minyak hasil sulingan dicoba. Pada penyulingan ini 1 kg minyak kasar ditambah dengan 1 liter air dipanaskan di atas kompor listrik di dalam labu gelas. Air yang ikut tersuling dan air yang tertinggal dalam labu kemudian dicoba pula pengaruhnya terhadap perkecambahan biji padi. Minyak kasar diberikan dengan melarutkannya lebih dulu dalam petroleum ether dengan perbandingan 1 : 1 w/v.

Jenis padi dan kedelai yang dipergunakan dalam percobaan-percobaan ini adalah PB-5 untuk padi dan Orba untuk kedelai yang berasal dari Laboratorium Pemuliaan Tanaman Departemen Agronomi.

Percobaan-percobaan perkecambahan biji dilakukan di dalam ruang laboratorium sedang percobaan-percobaan dengan tanaman semai dalam pot dilakukan di lapangan di dalam ruang kurungan kawat. Hampir semua percobaan diatur menurut rancangan acak penuh dengan 3 atau 4 ulangan.

### **Percobaan 1.**

Untuk melihat pengaruh lamanya kontak antara biji padi dengan minyak kasar terhadap perkecambahan biji maka perlakuan-perlakuan yang diberikan adalah perendaman biji dalam minyak kasar cair bersuhu 45°C selama 0, 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105 dan 120 menit, sedang sebagai pembandingan digunakan biji-biji yang juga ditaruh dalam oven dengan suhu 45°C dan biji-biji yang tidak mengalami perlakuan apapun. Biji-biji yang diperlakukan dengan minyak, dibersihkan dulu dari minyak yang melekat sebelum ditaruh di atas kertas filter basah di dalam "petridish". Sepuluh biji ditempatkan dalam tiap "petridish" dengan 4 ulangan untuk tiap perlakuan. Pengamatan dilakukan terhadap persentase perkecambahan dan panjang tunas kecambah selama 7 hari.

### **Percobaan 2.**

Pada percobaan selanjutnya dengan air destilat dan air residu dari penyulingan minyak kasar, biji-biji padi dikecambahkan di atas kertas filter di dalam "petridish" yang dibasahi dengan air destilat, air residu dan air murni sebagai kontrol. Pengamatan yang sama dilakukan untuk percobaan ini.

### **Percobaan 3.**

Pengaruh pencemaran minyak kasar dan bensin pada tanah terhadap perkecambahan biji padi. Perbandingan berat minyak terhadap tanah kering angin untuk tanah alluvial adalah 0, 1, 2, 4, 8, 16, dan 32 persen sedang untuk tanah grumosol digunakan 0, 0,5, 1, 2, 4, 8, 16 dan 32 persen. Zat pelarut bensin digunakan dalam jumlah yang sama yakni 50 cc untuk tiap 100 gram tanah. Setelah pencampuran yang merata tanah dibebaskan di atas tambir selama 2 - 4 hari agar bensin menguap. Sebagai pembandingan dipergunakan tanah dicampur bensin dan tanah biasa. Tanah dari masing-masing perlakuan dibasahi dengan air sampai merata dan diisikan dalam "petridish" sampai penuh untuk kemudian diratakan. Sepuluh biji padi diletakkan secara teratur dengan arah yang sama di dalam satu baris, di atas tanah. Setelah ditutup "petridish" diletakkan miring (vertikal) dalam kotak tertutup agar pertumbuhan akar dan tunas semai dapat menempel pada tutup. Pengukuran panjang tunas dilakukan pada umur 7 hari untuk tanah grumosol dan 4 hari untuk tanah alluvial. Untuk tiap perlakuan dibuat 4 ulangan.

### **Percobaan 4.**

Percobaan ini sama dengan percobaan-percobaan 3, tetapi pencampuran minyak kasar dengan tanah dilakukan dengan pemanasan, tanpa zat

pelarut. Perbandingan minyak kasar yang digunakan adalah 0, 1, 2, 4, 6, 8, 16 dan 24 persen pada tanah grumosol, dengan 4 ulangan untuk tiap perbandingan. Sebagai kontrol digunakan tanah yang juga dipanaskan dan tanah yang tidak diapa-apakan. Pengamatan dilakukan pada 4 hari sesudah penanaman dan sesudah itu petridish dibuka dan diletakkan mendatar di dalam ruangan laboratorium. Pada hari ke 10 diadakan pengukuran panjang tunas yang ke dua. Biji tanaman yang digunakan adalah padi dan kedelai.

#### **Percobaan 5.**

Pengaruh pencemaran minyak kasar pada tanah terhadap pertumbuhan semai padi. Tanah alluvial dan grumosol yang dipergunakan masing-masing dicampur dengan minyak kasar secara pemanasan dengan kadar minyak 0, 1, 5, 10, 15, 20, 25 dan 30 persen. Penanaman dilakukan dalam pot-pot kecil tak berlubang bawah, berisi  $\pm 2$  kg tanah. Air diberikan secukupnya, hingga setelah diaduk diperoleh tanah yang macak-macak. Dalam tiap pot ditinggalkan 2 tanaman semai. Tanaman-tanaman ini dipelihara sampai umur 35 hari. Pengamatan dilakukan terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah anakan dan berat kering tanaman.

#### **Percobaan 6.**

Pengaruh pencemaran minyak pada tanah terhadap pertumbuhan kedelai. Perlakuan yang diberikan adalah sama dengan percobaan 5, kecuali bahwa pot yang dipergunakan di sini, berlubang bawah agar air sisan dapat keluar dengan bebas. Dalam satu pot ditinggalkan satu tanaman sampai umur 30 hari. Pengamatan dilakukan terhadap tinggi tanaman, jumlah daun dan berat kering tanaman.

#### **Percobaan 7.**

Pengaruh minyak lewat daun terhadap pertumbuhan tanaman padi dan kedelai. Untuk tanaman kedelai minyak kasar diberikan secara langsung dengan ulasan kwas dalam bentuk minyak yang cair karena sinar matahari pada waktu perlakuan dan dalam bentuk larutan petroleum ether dengan alat microsyringe sedang untuk tanaman padi hanya diberikan dalam bentuk larutan petroleum ether dengan microsyringe. Umur tanaman padi dan kedelai yang diperlakukan dengan microsyringe adalah 27 hari sedang tanaman kedelai yang diperlakukan secara ulasan kwas berumur 20 hari. Variasi jumlah minyak yang dioleskan dengan kwas pada tanaman kedelai adalah 0; 1,5; 3,0; 4,5; 6,0; 7,5 dan 9,0 mg/cm<sup>2</sup> luas daun sedang pada percobaan dengan aplikasi melalui microsyringe banyaknya minyak divariasikan dari 0; 0,6; 2,0; 3,3; dan 4,6  $\mu$ l/cm<sup>2</sup> luas daun untuk kedelai maupun padi. Pengamatan dilakukan terhadap gejala-gejala keracunannya dan berat basah tanaman 10 hari sesudah perlakuan minyak + petroleum ether dan 20 hari sesudah perlakuan minyak kasar.

### Percobaan 8.

Pengaruh minyak destilat lewat daun pada tanaman padi. Tanaman padi ditanam dalam pot berisi tanah alluvial. Tiga ulangan dibuat untuk masing-masing perlakuan. Minyak distilat diberikan dengan micro syringe pada daun-daun tanaman padi berumur 20 hari dengan variasi 0; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; dan  $3,0 \mu l / cm^2$  permukaan daun dan pengamatan dilakukan 2 minggu sesudah perlakuan, terhadap tingkat kerusakan tanaman dan berat basah bagian di atas tanah.

### 3. Hasil dan Analisa Hasil

1. Lamanya waktu perendaman dalam minyak dengan suhu  $45^{\circ}C$  ternyata berpengaruh terhadap gaya kecambah biji padi, tetapi pertumbuhan tunas kecambahnya sendiri dapat dikatakan tidak begitu terpengaruh oleh perlakuan-perlakuan tersebut. (Tabel 1).

**Tabel 1. Panjang tunas rata-rata dan presentase perkecambahan biji padi pada perlakuan minyak kasar dengan suhu  $45^{\circ}C$ . (Average shoot length and germination percentage of rice as affected by the duration of contact with crude oil).**

Perlakuan (Treatment)	Panjang tunas rata-rata, cm. *) (Av. shoot length)	SSD 5%	Persen perkecambahan (Germination percentage)
A. Kontrol	1,56 a	—	90
B. 0' dalam minyak	1,21 a	0,15	100
C. 15' dalam minyak	1,01 b	0,16	90
D. 30' dalam minyak	1,22 a	0,14	70
E. 45' dalam minyak	1,00 b	0,16	100
F. 60' dalam minyak	1,00 b	0,17	60
G. 75' dalam minyak	1,07 b	0,15	70
H. 90' dalam minyak	1,25 a	0,14	50
I. 105' dalam minyak	1,21 a	0,15	50
J. 120' dalam minyak	1,06 b	0,15	30

\* index huruf yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata.  
(figures with same superscripts are not significantly different).

2. Dalam percobaan dengan air destilat dan air residu dari penyulingan minyak kasar terlihat bahwa kedua macam air tersebut berpengaruh nyata terhadap panjang tunas kecambah padi jika dibanding dengan air biasa seperti terlihat dalam tabel 2.

**Tabel 2. Panjang rata-rata tunas kecambah padi (cm) 7 hari sesudah perlakuan dengan air destilat, air residu dan air biasa**  
(Average shoot length of rice at 7 days after treatment with treatment with water, residual water and distilated water).

Perlakuan (Treatment)	Panjang tunas *) (shoot length)	SSD 5%	% perkecambahan (% germination)
Air biasa (water)	3,36 a	—	80
Air residu (residual water)	2,47 b	0,54	80
Air destilat (distilated water)	2,22 b	0,56	77,5

\*) index huruf yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata.  
(figures with same superscripts are not significantly different).

Air destilat agak lebih menekan pertumbuhan tunas kecambah padi dibanding dengan air residu, meskipun perbedaannya tidak nyata. Persen perkecambahan tidak berbeda untuk ketiga macam perlakuan.

3. Pengaruh pencemaran minyak kasar dan bensin pada tanah terhadap pertumbuhan kecambah biji padi memang nyata terlihat mulai dari konsentrasi 1% sampai pada konsentrasi yang tertinggi (32%). Penghambatan pertumbuhan yang disebabkan oleh konsentrasi tinggi minyak kasar ternyata lebih kecil daripada oleh konsentrasi yang lebih rendah pada tanah grumosol, sedang pada tanah alluvial konsentrasi-konsentrasi tertinggi 16% dan 32% nyata lebih menghambat pertumbuhan kecambah daripada konsentrasi-konsentrasi lebih rendah (tabel 3). Konsentrasi 0.5% minyak kasar di sini sudah nyata menghambat pertumbuhan kecambah seperti terlihat dalam tabel 3.

**Tabel 3. Pengaruh pengotoran minyak kasar (+ bensin) yang meningkat terhadap pertumbuhan kecambah padi pada tanah grumosol dan alluvial.**  
(The effect of crude oil contamination (+ gasoline) on the germination and growth of rice on grumosol and alluvial soil)

Konsentrasi (%) minyak kasar dalam tanah grumosol. (Concentration (%) of crude oil in grumosol)	Panjang rata-rata kecambah (cm) umur 7 hari . x (Average shoot length at 7 days)	SSD 5%	Konsentrasi (%) minyak kasar dalam tanah alluvial. (Concentration (%) of crude oil in alluvial)	Panjang rata-rata kecambah (cm) umur 4 hari x (Average shoot length at 4 days)	SSD 5%
A. Kontrol	2,41 c	—	A. Kontrol	2,01 a	—
B. + 0%	1,06 b	0,17	B. 0%	1,06 b	0,12
C. 1%	1,02 b	0,17	C. 0,5	1,05 bc	0,13
D. 2%	1,06 b	0,17	D. 1,0	1,05 bc	0,13
E. 4%	1,13 ab	0,17	E. 2,0	1,05 bc	0,13
F. 8%	1,28 a	0,16	F. 4,0	1,05 bc	0,13
G. 16%	1,18 ab	0,16	G. 8,0	1,16 bc	0,12
H. 32%	1,27 a	0,16	H. 16,0	1,02 c	0,13
			I. 32,0	1,02 c	0,13

x) Angka rata-rata dalam kolom dengan index huruf yang berbeda menunjukkan beda nyata.  
(Average with different superscripts in colum are signifcantly different).

4 Pengaruh minyak kasar murni sebagai campuran dalam tanah hanya dicoba pada tanah grumosol terhadap pertumbuhan kecambah padi dan kedelai. Tabel 4 menunjukkan bahwa pengotoran minyak di dalam tanah tidak berpengaruh terhadap pertumbuhan kecambah padi maupun kedelai sampai hari ke 4, tetapi pengamatan pada hari ke 10 menunjukkan adanya pengaruh nyata dari pengotoran minyak.

**Tabel 4. Pengaruh pencemaran minyak kasar murni pada tanah terhadap pertumbuhan kecambah padi dan kedelai.**  
(The effect of crude oil contamination on the growth of rice and soybean seedlings).

Konsentrasi minyak kasar dalam tanah (1%) dipanaskan (Concentration of crude oil (%) by heating)	Panjang rata-rata kecambah (cm) (Average seedling length (cm) )			
	Padi/Rice		Kedelai/Soybean	
	Umur 4 hari (age 4 days)	Umur 10 hari (age 10 days) *)	Umur 4 hari (age 4 days)	Umur 10 hari (age 10 days) *)
Kontrol	2,29	15,77 a	4,00	31,80 a
0%	2,38	17,07 a	4,40	30,50 a
1%	2,27	13,85 b	4,40	30,27 a
2%	2,25	12,77 b	4,70	27,47 ab
4%	2,43	12,75 b	4,70	27,27 ab
6%	2,47	11,87 b	4,10	25,25 b
8%	2,202	12,37 b	3,20	20,65 c
16%	1,69	11,00 b	4,20	11,65 d
24%	2,32	12,57 b	5,70	20,57 e

\*) dalam masing-masing kolom index huruf yang tidak sama menunjukkan beda nyata antara masing-masing perlakuan.  
(averages with different superscripts in a column are significantly different).

Pada tanaman kecambah padi pencemaran sebanyak 1% minyak kasar dalam tanah sudah menunjukkan penghambatan pertumbuhan kecambah padi umur 10 hari tetapi peningkatan konsentrasi minyak sampai 24% tidak menunjukkan pengaruh penghambatan yang meningkat. Pada tanaman kecambah kedelai terlihat bahwa makin tinggi konsentrasi minyak dalam tanah, makin besar pula penghambatan pertumbuhannya, tetapi pengaruh penghambatan yang nyata baru terlihat pada konsentrasi 6%. Baik untuk padi maupun kedelai terlihat bahwa pemanasan tanah sendiri sampai 45° — 50°C tidak mempengaruhi pertumbuhan tanaman kecambah, dibanding terhadap tanah kontrolnya.

5. Pengamatan mengenai pertumbuhan lebih lanjut dari pada semaian padi pada tanah-tanah grumosol dan alluvial yang dicemari minyak ka-

sar menunjukkan bahwa pada tanah alluvial, pencemaran minyak tidak berpengaruh terhadap tinggi tanaman padi, jumlah daun rata-rata dan jumlah anakan tetapi ada pengaruhnya sedikit pada berat kering tanaman padi terutama pada konsentrasi minyak kadar yang tinggi 25% dan 30% seperti terlihat dalam tabel 5.

**Tabel 5. Tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah anakan dan berat kering tanaman padi pada berbagai tingkat pencemaran minyak dalam tanah alluvial. (Height of plant, number of leaves, number of tillers and dry weight of rice as affected by different concentrations of crude oil in alluvial soil).**

Konsentrasi (%) minyak (Concentration of crude oil (%))	Tinggi tanaman (cm) (Plant height (cm))	Jumlah daun (Number of leaves)	Jumlah anakan (Number of tillers)	Berat kering (gr) (Dry weight (gr))
A. Kontrol	35,87 a	12,5 a	4,1 a	0,740 a
B. 0	38,82 a	20,5 b	6,0 b	1,052 b
C. 1	35,30 a	12,6 a	3,2 a	0,583.a
D. 5	33,07 a	9,1 a	2,7 a	0,578 a
E. 10	34,75 a	11,5 a	3,5 a	0,570 a
F. 15	33,70 a	12,5 a	3,9 a	0,575 a
G. 20	35,67 a	13,9 a	4,4 a	0,503 a
H. 25	34,67 a	13,6 a	4,3 a	0,478 c
I. 30	35,62 a	13,6 a	4,4 a	0,383 c

Keterangan : index huruf tidak sama dalam kolom menunjukkan beda nyata.  
(Note : different superscripts in a column, shows significant difference).

Yang menarik di sini adalah bahwa perlakuan B yakni pemanasan tanah sampai  $\pm 50^{\circ}\text{C}$  berakibat positif terhadap jumlah anakan jumlah daun dan berat kering tanaman.

Keadaan yang agak berbeda didapatkan pada percobaan dengan tanah grumosol seperti terlihat pada tabel 6. Di sini semua perlakuan ternyata menunjukkan pengaruh negatif yang nyata dibanding dengan kontrol dan 0% mengenai tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah anakan dan berat kering tanaman. Meskipun demikian tidak terlihat adanya pengaruh konsentrasi terhadap masing-masing, kecuali pada tinggi tanaman. Pengaruh pemanasan yang positif pada tanah alluvial, tidak terlihat pada tanah grumosol.

**Tabel 6. Tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah anakan dan berat kering tanaman padi pada berbagai tingkat pencemaran minyak dalam tanah grumosol. (Height of plant, number of leaves, number of tillers and dry weight of rice as affected by different concentrations of crude oil in grumosol).**

Konsentrasi (%) minyak (Concentration of crude oil (%))	Tinggi tanaman (cm) (Plant height (cm))	Jumlah daun (Number of leaves)	Jumlah anakan (Number of tillers)	Berat kering (gr) (Dry weight (gr))
A. Kontrol	37,50 a	16,2 a	4,2 a	0,978 a
B. 0	38,50 a	19,0 a	5,4 a	1,058 a
C. 1	34,50 b	11,5 b	3,0 b	0,398 b
D. 5	33,40 bc	10,1 b	2,6 b	0,425 b
E. 10	31,80 bcd	9,6 b	2,9 b	0,365 b
F. 15	31,70 bcd	10,0 b	2,9 b	0,363 b
G. 20	31,80 bcd	11,4 b	3,0 b	0,298 b
H. 25	30,3 d	9,9 b	3,0 b	0,350 b
I. 30	30,8 cd	9,9 b	2,9 b	0,278 b

Keterangan : index huruf tidak sama dalam kolom menunjukkan beda nyata.  
(Note : different superscripts in a column shows significant difference).

6. Percobaan serupa untuk tanaman kedelai pada tanah alluvial, menunjukkan bahwa baik tinggi tanaman, jumlah daun dan berat kering tanaman dipengaruhi nyata oleh adanya pencemaran minyak kasar, seperti terlihat pada tabel 7.

Pertumbuhan tanaman kedelai ternyata dihambat oleh adanya pencemaran minyak mulai dari kadar 1% dan pengaruh penghambatannya makin meningkat dengan naiknya kadar minyak dalam tanah. Tinggi tanaman dan berat kering tanaman menunjukkan tanggapan yang lebih jelas daripada jumlah daun yang terbentuk.

7. Pengolesan minyak kasar pada daun tanaman kedelai dengan jumlah berat minyak sampai 9,0 mgr/cm<sup>2</sup> permukaan daun ternyata tidak menunjukkan pengaruh nyata terhadap berat basah tanaman kedelai, meskipun tampak adanya kecenderungan penghambatan pertumbuhan yang meningkat dengan makin banyaknya minyak per cm<sup>2</sup> permukaan daun, seperti terlihat dalam tabel 8.

Pemberian minyak kasar yang dilarutkan dalam petroleum ether pada daun tanaman kedelai, menunjukkan kecenderungan yang sama seperti perlakuan dengan minyak kasar langsung. Perlakuan yang sama pada tanaman padi muda menunjukkan adanya pengaruh yang lebih nyata terhadap

berat basahnya. Meskipun perbedaan yang nyata baru terlihat pada pemberian minyak yang tertinggi sebesar  $4,6\mu\text{l}/\text{cm}^2$  permukaan daun (tabel 9).

8. Minyak destilat yang diperoleh dari destilasi minyak kasar ternyata lebih beracun bagi tanaman padi seperti terlihat pengaruhnya dalam tabel 10.

**Tabel 7. Tinggi tanaman, jumlah daun dan berat kering tanaman kedelai pada berbagai tingkat pencemaran minyak dalam tanah alluvial.**  
(Plant height, number of leaves and dry weight of soybean as affected by different concentrations of crude oil in alluvial soil).

Konsentrasi (%) minyak (Concentration of crude oil (%))	Tinggi tanaman (cm) (Plant height (cm))	Jumlah daun (Number of leaves)	Berat kering (gr) (Dry weight (gr))
A. Kontrol	37,73 a	5,6 a	1,000 a
B. 0	37,63 a	5,4 a	0,870 a
C. 1	33,75 b	3,5 c	0,630 b
D. 5	32,95 b	3,2 d	0,580 bc
E. 10	30,28 bc	3,4 d	0,450 bcd
F. 15	29,68 c	3,2 d	0,480 bcd
G. 20	27,93 c	3,0 e	0,410 bcd
H. 25	28,63 c	3,0 e	0,360 cd
I. 30	24,95 d	2,7 f	0,270 d

Keterangan : index huruf tidak sama, dalam kolom menunjukkan beda nyata.  
(Note : different superscripts in a column shows significant difference).

**Tabel 8. Rata-rata berat basah tanaman kedelai umur 34 hari, pada perlakuan olesan minyak kasar, 14 hari sebelumnya.**  
(Average fresh weight of = 34 days old soybean plants as affected by foliar crude oil treatment 14 days before observation).

Pengamatan (Observation)	Banyaknya minyak kasar per $\text{cm}^2$ permukaan daun (mgr). (Amount of crude oil per $\text{cm}^2$ leaf area (mgr))						
	0	1,5	3,0	4,5	6,0	7,5	9,0
Rata-rata berat basah (gr) (Average fresh weight (gr))	5,31	4,20	5,20	4,03	3,36	3,46	3,04
SSD 5%	—	2,74	2,61	2,82	2,90	2,87	2,92

**Tabel 9.** Rata-rata berat basah tanaman padi dan kedelai umur 37 hari, pada perlakuan larutan minyak kasar/petroleum ether, 10 hari sebelumnya.

(Average fresh weight of 37 days old rice and soybean plants as affected by foliar crude oil in petroleum ether treatments 10 days before observation).

Pengamatan (Observation)	Banyaknya lar. minyak kasar/petr. eth. per cm <sup>2</sup> permukaan daun ( $\mu$ l) (Amount of crude oil/petroleum ether per cm <sup>2</sup> leaf area ( $\mu$ l))				
	0 $\mu$ l	0,6 $\mu$ l	2,0 $\mu$ l	3,3 $\mu$ l	4,5 $\mu$ l
Berat basah tan. padi (gr) (Av. fresh weight of rice (gr))	8,52 a *)	7,75 ab	6,92 ab	6,13 ab	5,28 b
Berat basah tan. kedelai (gr) (Av. fresh weight of soybean (gr))	3,80	4,50	3,94	3,87	3,67

\*) index huruf yang sama, tak ada beda nyata.

(Averages having the same superscripts do not differ significantly).

**Tabel 10** Rata-rata berat basah tanaman padi umur 34 hari pada perlakuan minyak destilat, 14 hari sebelumnya.

(Average fresh weight of 34 days-old rice plants as affected by distilled oil-treatment, 14 days before observation).

Pengamatan (Observation)	Banyaknya minyak destilat ( $\mu$ l) per cm <sup>2</sup> permukaan daun. (Amount of distilled oil ( $\mu$ l) per cm <sup>2</sup> leaf area).						
	0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
Berat basah (Fresh weight) (g) *)	4,94 a	3,81 ab	2,49 bc	2,05 bc	0,87 c	0,84 c	0,71 c

\*) index huruf yang sama, tak ada beda nyata

(Average having the same superscripts do not differ significantly).

Minyak destilat sebanyak 0,5  $\mu$  l/ cm<sup>2</sup> sudah dapat menyebabkan berkurangnya berat basah tanaman padi meskipun tidak berbeda nyata. Pemberian minyak destilat sebanyak 1,0  $\mu$  l/ cm<sup>2</sup> dan lebih banyak lagi menyebabkan makin banyak minyaknya makin besar pengurangan berat basahnya.

#### 4. Pembahasan dan Kesimpulan

Kemungkinan terjadinya kontak langsung antara biji padi dengan minyak kasar murni dalam praktek memang kecil sekali, tetapi meskipun demikian tidaklah terlalu mengkhawatirkan apabila suatu ketika terjadi keadaan demikian karena dalam percobaan 1, kontak langsung demikian itu tidak terlalu berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman kecambah (tabel 1). Penurunan persentase perkecambahan pada kontak dengan minyak untuk waktu yang lama (90 menit — 120 menit), mungkin sekali bukan disebabkan karena keracunan minyaknya sendiri, tetapi lebih disebabkan karena pengaruh suhu sekitar 45°C yang dialami selama jangka waktu itu.

Air destilat dan air residu yang diperoleh pada waktu penyulingan minyak kasar + air, dicoba pengaruhnya terhadap biji padi dengan dasar perkiraan kemungkinan terjadinya pencemaran air pengairan di lapangan oleh minyak kasar. Panas sinar matahari di lapangan mungkin dapat membesar difusi substansi toksik dari minyak ke dalam air, yang selanjutnya dapat berpengaruh pada tanaman. Apabila keadaan yang digambarkan di atas benar dapat terjadi, maka akibat pencemaran itu dapat mengkhawatirkan mengingat bahwa air destilat maupun air residu dalam percobaan yang dilakukan, berpengaruh nyata menekan pertumbuhan tanaman kecambah padi (tabel 2). Karena jumlah air destilat dan air residu sangat terbatas, percobaan hanya dilakukan pada perkecambahan biji padi. Akan sangat menarik sebenarnya untuk dilihat lebih lanjut, apakah air yang tercemar demikian itu juga berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman selanjutnya.

Bensin sebagai pelarut minyak kasar ternyata mempunyai pengaruh negatif terhadap pertumbuhan kecambah padi. Di samping itu pada tanah alluvial terlihat bahwa makin meningkat kadar minyak kasarnya makin besar pengaruh penekanannya terhadap pertumbuhan sedang pada tanah grumosol keadaannya agak berbeda. Peningkatan kadar minyak kasar dalam tanah terlihat justru seolah-olah meniadakan pengaruh peracunan bensin. Pada kedua jenis tanah terlihat bahwa kadar 1% minyak kasar sudah menunjukkan pengaruh penekanan yang nyata terhadap pertumbuhan kecambah padi (tabel 3).

Minyak kasar murni sebanyak 1% dalam tanah grumosol ternyata juga telah menunjukkan pengaruh negatif yang nyata terhadap pertumbuhan kecambah padi, namun peningkatan kadar minyak sampai 24% tidak menunjukkan pengaruh penghambatan yang meningkat. Rupa-rupanya penghambatan pertumbuhan yang disebabkan lebih bersifat fisis dan bukan merupakan gejala peracunan. Pada tanaman kecambah kedelai pengaruh penghambatan yang nyata baru terlihat pada kadar minyak 6% dalam tanah dan selanjutnya penghambatan terhadap pertumbuhan makin meningkat

dengan bertambahnya kadar minyak dalam tanah (tabel 4). Seperti juga pada tanaman kecambah padi, di sini tidak tampak gejala keracunan baik pada perakarannya maupun pada daun-daunnya. Sangat mungkin bahwa penghambatan pertumbuhan hanyalah disebabkan karena kekurangannya kemampuan penahanan air dari tanah yang tercampur minyak dalam jumlah yang begitu besar.

Pertumbuhan selanjutnya dari tanaman padi pada tanah yang tercampur minyak kasar ternyata dipengaruhi juga (tabel 5 dan 6). Pada tanah grumosol pengaruh ini lebih nampak daripada tanah alluvial. Pada tanah grumosol kadar minyak kasar 1% sudah menunjukkan pengaruh penghambatan pertumbuhan yang nyata sedang pada tanah alluvial keadaan semacam itu baru nampak pada kadar minyak kasar sebanyak 25%. Pengamatan visual terhadap sistem perakaran tanaman padi menunjukkan bahwa perkembangan akar (panjang dan jumlah akar) tanaman yang tumbuh pada tanah yang tercemar minyak, kurang baik dibandingkan kontrolnya. Mengingat bahwa tanaman padi dalam percobaan ini ditanam dalam pot dengan air yang menggenang, sukarlah untuk dikatakan bahwa hambatan pertumbuhan di sini disebabkan perbedaan keadaan fisik medium tumbuhnya. Dalam jangka panjang dalam keadaan terbuka diluar, tidak mustahil terjadi semacam proses penguapan minyak kasar oleh panas sinar matahari sehingga komponen minyak yang lebih ringan berdiffusi dalam air dan menimbulkan keracunan seperti pada air destilat dan air residu dari penyulingan minyak. Percobaan lebih lanjut untuk menguji keadaan ini akan sangat menarik bila dapat dilakukan.

Pertumbuhan tanaman kedelai rupa-rupanya lebih banyak terpengaruh oleh pencemaran minyak kasar dalam tanah (tabel 7). Keadaan ini mungkin tidak saja disebabkan oleh kemungkinan terjadinya keracunan tetapi juga karena adanya perubahan sifat-sifat fisik tanah sebagai akibat pencemaran minyak yang dapat menyebabkan perubahan kemampuan penahanan air dari tanah tersebut. Di samping itu sangat mungkin pula bahwa kegiatan jasat renik pengikat zat lemas yang bersimbiose dengan tanaman kedelai menjadi terbatas karena adanya selaput minyak yang membatasi kontak langsung butir-butir tanah dengan akar. Pertumbuhan tanaman kedelai yang kurang baik pada kadar minyak 20, 25 dan 30 persen, sedang pada kadar 5% pertumbuhannya masih tampak baik. Pengaruh visual terhadap perakaran tanaman kedelai dalam percobaan ini memang menunjukkan adanya kecenderungan bahwa perkembangan akar dan pembentukan bintil-bintil akar berkurang pada tanah dengan kadar minyak yang tinggi.

Pada percobaan-percobaan ini didapatkan bahwa kandungan minyak kasar sebesar 1% umumnya sudah menunjukkan gejala penghambatan pertumbuhan. Sayang bahwa kandungan minyak yang lebih rendah dari 1% belum dapat dicoba, tetapi dapat diduga bahwa pengaruh penghambatan-

nya akan sangat kecil. Mengingat bahwa sampai saat ini kandungan minyak yang tertinggi yang didapatkan dari analisa tanah daerah Rentang oleh Departemen Tanah hanyalah sekitar 0,1% (tanah kering angin) dapatlah diramalkan bahwa pengaruhnya terhadap pertumbuhan tanaman tidak akan begitu kentara. Namun untuk dapat memberikan pernyataan yang lebih pasti, sebaiknya diadakan percobaan-percobaan lanjutan untuk mengujinya lebih jauh, sampai kepada pengaruhnya terhadap hasil.

Sebagaimana di muka telah dikatakan, minyak pada umumnya dapat berfungsi sebagai herbisida apabila ia dapat melalui "cuticle barrier" pada tubuh tanaman. Pengolesan minyak kasar pada daun tanaman kedelai ternyata tidak menunjukkan gejala-gejala kematian yang nyata pada jaringan tanaman di bawah olesan minyak tersebut. Ini berarti bahwa tidak ada penetrasi minyak melalui "cuticle barrier". Sangat mungkin kekentalan minyak yang demikian besar sehingga memadat pada temperatur di bawah 45°C, merupakan sebab utama daripada tidak terjadinya penetrasi. Pada hari-hari yang panas, memang dapat terjadi pencairan olesan minyak kasar pada permukaan daun di bawah sinar matahari langsung, tetapi keadaan demikian biasanya tidak berlangsung cukup lama untuk memungkinkan penetrasi minyak kasar itu ke dalam tubuh tanaman. Penghambatan pertumbuhan tanaman kedelai pada perlakuan minyak kasar ini (tabel 8), mungkin hanyalah disebabkan karena pengurangan luas permukaan daun yang dapat aktif dalam proses fotosintesis sebagai akibat penutupan yang rapat oleh lapisan minyak kasar pada sebagian permukaan daun-daunnya.

Dengan melarutkan minyak kasar dalam "petroleum ether" lebih dulu dan meneteskannya pada permukaan daun padi dan kedelai didapatkan bahwa pengaruh negatifnya jadi lebih besar (tabel 9). Untuk tanaman padi, pada dosis sebesar 4 - 6  $\mu$  l/cm<sup>2</sup> permukaan daun terlihat pengaruh penghambatan yang nyata. Ini berarti bahwa dosis minyak kasar yang sebenarnya diberikan hanyalah kira-kira 2,1 mgr/cm<sup>2</sup> permukaan daun, jika dianggap berat jenis minyak kasar sebesar 0,9. Penghambat pertumbuhan tanaman padi yang lebih besar ini terutama disebabkan karena penyebaran tetesan minyak yang lebih mudah, terbawa oleh bentuk helaian daunnya yang seperti pita dengan nervi yang sejajar, sehingga minyak dapat lebih merata menutup permukaan daun.

Minyak destilat, merupakan minyak ringan yang biasanya lebih fitotoksik daripada minyak-minyak berat. Keadaan ini memang terlihat pada percobaan dengan tanaman padi yang daun-daunnya ditetesi dengan minyak destilat. Gejala kerusakan daun yang ditimbulkannya tampak dalam waktu 1 - 2 hari sesudah perlakuan, yang menunjukkan sifat kerjanya sebagai racun kontak. Kerusakan yang ditimbulkannya menyebabkan penguangan yang nyata pada berat basah tanaman pada dosis 1,0  $\mu$  l / cm<sup>2</sup> permukaan daun. Dosis yang lebih tinggi (3,0  $\mu$  l / cm<sup>2</sup>) menyebabkan kematian

total semai padi, karena minyak destilat mampu menjaral sampai ke pelepah daun dan titik tumbuh apikal maupun lateral. Pengamatan berat basah tanaman sengaja dipilih, dalam hal ini karena dapat lebih menggambarkan keadaan kerusakan yang ditimbulkan oleh racun kontak seperti minyak destilat ini.

### Pustaka

1. Ashton, F.M. and A.S. Crafts (1973) **Mode of Action of Herbicides**. John Wiley & Sons, New York. 504 pp.
2. Audus, L.J. (Ed.) (1964) **The Physiology and Biochemistry of Herbicides**. Academic Press, New York. 555 pp.
3. Crafts, A.S. and W.W. Robbins (1962) **Weed Control**. McGraw-Hill, New York. 660 pp.
4. Crafts, A.S. (1975) **Modern Weed Control**. Univ. Calif. Press. Calif. 449 pp.
5. Fryer, J.D. and S.A. Evans (Ed.) (1970) **Weed Control Handbook**, Vol. I. Blackwell Sci. Publ., Oxford. Rev. Repr. 494 pp.
6. Kassasian, L. (1971) **Weed Control in the Tropics**. Leonard Hill, London. 307 pp.