

## BAB IV

### KEGUNAAN (1,2,3,10,11,13,14,15,16,17,18,19,20)

Seperti telah disebutkan dalam pendahuluan maka penyeleidikan-penyeleidikan dengan spektroskop infra merah ini meliputi baik analisa kualitatif maupun kuantitatif.

#### 1. Analisa kualitatif.

Analisa kualitatif dapat digunakan antara lain untuk : ( 20 )

1. Analisa struktur/rumus bangun suatu bahan
2. Identifikasi dari bahan-bahan
3. Penentuan kemurnian bahan-bahan

Untuk analisa ini salah satu hal yang harus diperhatikan dari suatu spektrum infra merah ialah ada tidaknya suatu absorpsi didaerah frekwensi yang tertentu.

Hal ini dapat dihubungkan dengan getaran-getaran stretching dan bending yang terjadi. Jadi dengan melihat spektrumnya dapat ditentukan apakah suatu golongan tertentu ada atau tidak didalam bahan tersebut. ( 20 )

Penyeleidikan yang lengkap dari suatu spektrum infra merah seringkali sangat bermanfaat untuk mengidentifikasi

suatu bahan karena perubahan kimiawi yang kecilpun dapat menyebabkan terjadinya perubahan dalam suatu spektrum.

Untuk suatu bahan yang belum diketahui rumus bangunnya mula-mula dikumpulkan data-datanya kemudian spektrumnya dan akhirnya dibandingkan dengan spektrum standar yang sudah ada. ( 1 )

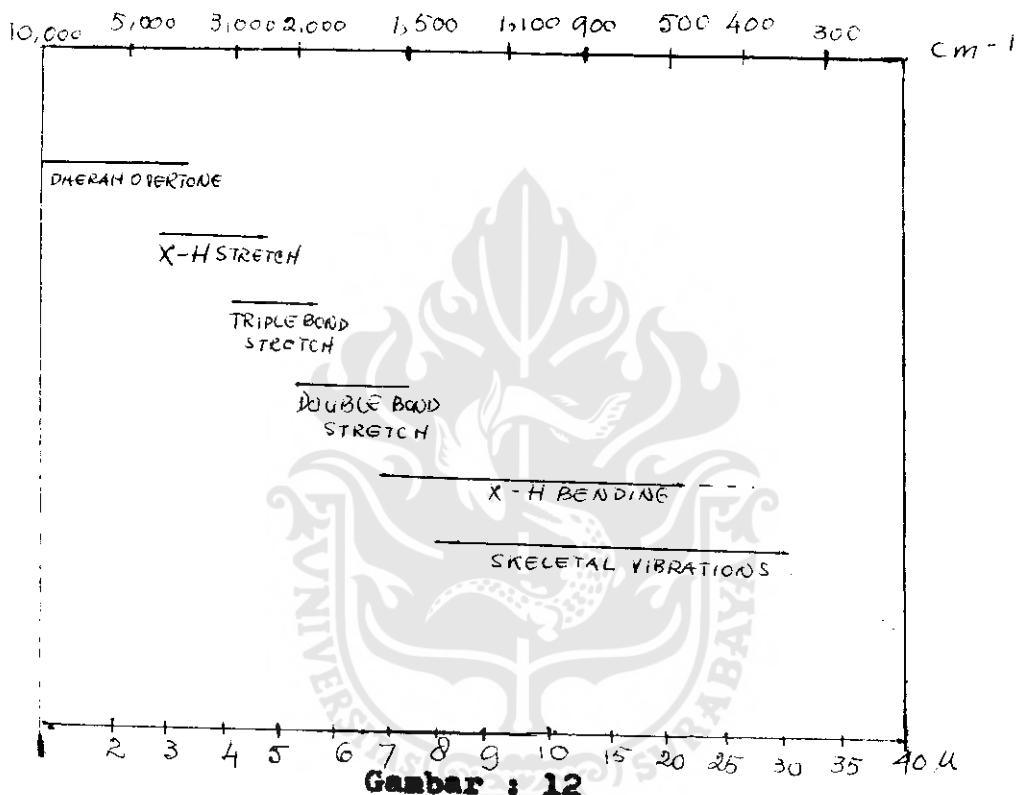
Suatu contoh misalnya dalam suatu spektrum terdapat pita absorpsi yang kuat pada  $5,82 \mu$  ( $1718 \text{ cm}^{-1}$ ) maka bahan tersebut hampir dapat dipastikan mengandung gugusan carbonyl.

Kadang-kadang spektrumnya tidak menunjukkan tanda-tanda lain yang dapat dipakai untuk keterangan-keterangan lebih lanjut, bahan tersebut mungkin mengandung aldehida, keton, asam, ester atau suatu amida, jadi belum dapat dipastikan dengan tepat.

Selanjutnya untuk menentukan suatu golongan fungsi-  
nil tertentu spektrum harus diselidiki seteliti-telitinya - dan juga harus dihubung-hubungkan dengan sifat-sifat atau reaksi-reaksi kimia dan juga sifat-sifat kelarutannya. Sebaliknya hal yang negatif pun tidak boleh dia-  
baikan. Apabila suatu spektrum tidak mempunyai suatu pita absorpsi yang khusus untuk suatu golongan fungsi-  
nil maka molekul itu tidak mengandung golongan tersebut. Jadi misalnya saja tidak terjadi absorpsi didas-

rah  $5,4 - 6,3 \mu$  ( $1850 - 1587 \text{ cm}^{-1}$ ) maka bahan tidak mengandung golongan carbonyl. ( 2, 20 )

Suatu gambaran yang jelas dapat dilihat dalam daerah NaCl (gambar 12).



Macam-macam getaran infra merah dan tempatnya dalam daerah infra merah.

Daerah ini dapat dibagi menjadi group frequency region (daerah frekwensi golongan) yaitu antara  $4000 - 1300 \text{ cm}^{-1}$  ( $2,5 - 8 \mu$ ) dan daerah finger print (daerah sidik jari) antara  $1300 - 650 \text{ cm}^{-1}$  ( $8 - 15 \mu$ ). ( 20 )  
 Daerah antara  $2500 - 1540 \text{ cm}^{-1}$  ( $4 - 6,5 \mu$ ) sering kali disebut daerah tak jenuh.

Ikatan triple terlihat antara  $2500 - 2000 \text{ cm}^{-1}$  ( $4-5 \mu$ ) sedangkan ikatan rangkap antara  $2000 - 1540 \text{ cm}^{-1}$  - ( $5 - 6 \mu$ ) dan ikatan tunggal yang tidak mengandung hidrogen antara  $1700 - 900 \text{ cm}^{-1}$  ( $6 - 11 \mu$ ).

Antara  $1300 - 650 \text{ cm}^{-1}$  ( $8 - 15,4 \mu$ ) adalah daerah di mana terjadi getaran stretching dari ikatan tunggal - dan juga getaran bending dari suatu bentuk poliatom - yang meliputi getaran-getaran dari ikatan yang menghubungkan suatu golongan substitusi pada bagian lain dari molekul.

Didaerah infra merah dekat yaitu antara  $4000 - 1250 \text{ cm}^{-1}$  ( $0,8 - 2,5 \mu$ ) ditemukan banyak pita absorpsi yang berasal dari pita-pita overtone dan kombinasi antara - lain dapat disebutkan disini yaitu overtone pertama dari getaran stretching C-H dan N-H dekat  $9100 \text{ cm}^{-1}$  - ( $1,09 \mu$ ) dan  $8500 \text{ cm}^{-1}$  ( $1,1 \mu$ ).

Juga nampak pita-pita kombinasi yang dihasilkan getaran stretching C-H dan getaran bending dari golongan alkil pada  $4548 \text{ cm}^{-1}$  ( $2,2 \mu$ ) dan  $2850 \text{ cm}^{-1}$  ( $2,6 \mu$ ). Penyelidikan mengenai golongan fungsional dapat dilihat dibawah ini.

Pita-pita absorpsi disekitar  $3300 \text{ cm}^{-1}$  ( $3,3 \mu$ ) yaitu antara  $3300 - 2800 \text{ cm}^{-1}$  ( $3,03 - 3,56 \mu$ ) memberikan gambaran yang kasar adanya golongan C-H.

Tiap-tiap jenis hidrokarbon mempunyai pita-pita karakteristiknya sendiri-sendiri.

Untuk golongan hidrokarbon acyclic yang jenuh getaran stretching C-H terjadi pada  $2960 - 2850 \text{ cm}^{-1}$  dan getaran bending yang sebidang pada  $1470 - 1360 \text{ cm}^{-1}$ .

Getaran yang terjadi pada frekuensi yang lebih tinggi berasal dari getaran stretching yang asimetris atau getaran bending dan yang lebih rendah frekwensinya berasal dari getaran asimetris.

Pada golongan alkan ( $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ ) getaran stretching - dari C-H terjadi pada panjang gelombang yang lebih rendah dari  $3000 \text{ cm}^{-1}$  yaitu pada  $2960 - 2850 \text{ cm}^{-1}$  ( $3,38 - 3,51 \mu$ ).

Suatu getaran bending yang karakteristik nampak pada  $1380 \text{ cm}^{-1}$  ( $7,25 \mu$ ) untuk alkan, menunjukkan adanya golongan metil pada ujung rantai dan apabila terdapat pada  $1380 \text{ cm}^{-1}$  ( $7,25 \mu$ ) dan  $1365 \text{ cm}^{-1}$  ( $7,33 \mu$ ) jadi terpisah menjadi dua menunjukkan suatu golongan gem dimethyl ( $\text{C} = \text{CH}_2$ ). Gerakan mengganting dari H-C-H pada  $1460 \text{ cm}^{-1}$  ( $6,85 \mu$ ) menunjukkan adanya golongan metilen dan empat atau lebih golongan metilen yang tersusun secara linear menyebabkan getaran mengayun pada daerah  $750 - 720 \text{ cm}^{-1}$  ( $13,3 - 13,9 \mu$ ). Getaran menutup terjadi didaerah  $1350 - 1150 \text{ cm}^{-1}$  ( $7,41 - 8,7 \mu$ ). Dapat dilihat pula pada nujol yang terdiri dari rantai C-H yang lurus. Keempat pita absorpsi yang penting berasal dari ikatan C-H dan C-C yaitu pada kira-kira

$2940 \text{ cm}^{-1}$  ( $3,4 \mu$ ) dan  $2820 \text{ cm}^{-1}$  ( $3,59 \mu$ ) dari getaran stretching C-H; pada  $1460 \text{ cm}^{-1}$  ( $6,85 \mu$ ) dari getaran bending type mengganting golongan H-C-H; pada  $1380 \text{ cm}^{-1}$  ( $7,25 \mu$ ) dari getaran bending C-CH<sub>3</sub>; dan pada  $720 \text{ cm}^{-1}$  ( $13,85 \mu$ ) dari suatu getaran mengayun dari metilen  $(\text{CH}_2)_n$  dimana  $n \geq 4$ .

Untuk golongan alken (olefinic) pita-pita yang berasal dari getaran stretching C-H terjadi pada  $3090-3000 \text{ cm}^{-1}$  ( $3,23 - 3,3 \mu$ ).

Substitusi pada golongan ini mempengaruhi letak dari pita-pita misalnya untuk 1,2 dialkyletilen pita yang berasal dari getaran stretching C-H terjadi antara  $3030 - 3010 \text{ cm}^{-1}$  ( $3,3 - 3,32 \mu$ ) dan untuk 1,1,2 trialkyletilen antara  $3090 - 3070 \text{ cm}^{-1}$  ( $3,23 - 3,25 \mu$ ) untuk bentuk trans.

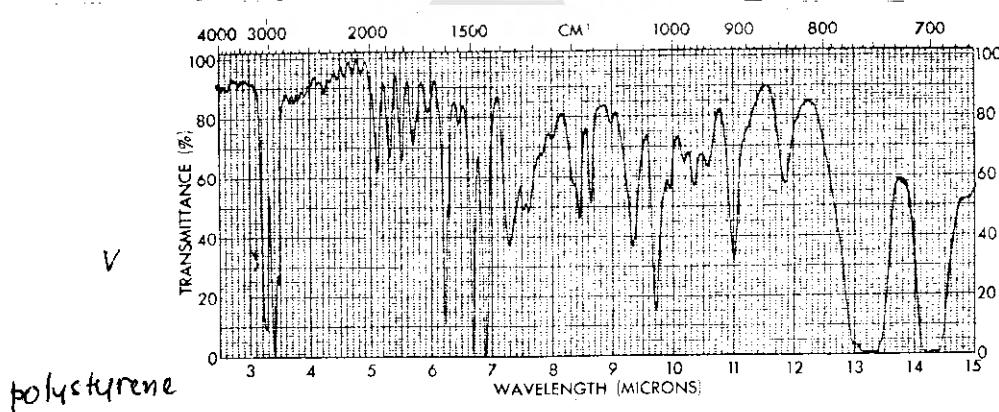
Untuk golongan alken yang mempunyai disubstitusi getaran bending yang sebidang terjadi pada  $970 \text{ cm}^{-1}$  ( $14,3 \mu$ ).

Untuk golongan acetylen getaran stretching C-H terjadi pada  $3300 - 3270 \text{ cm}^{-1}$  ( $3,03 - 3,05 \mu$ ) sedangkan getaran bending yang tak sebidang terjadi pada  $650 \text{ cm}^{-1}$  ( $15,4 \mu$ ).

Untuk bahan-bahan aromatis getaran stretching C-H terjadi antara  $3100 - 3000 \text{ cm}^{-1}$  ( $3,23 - 3,3 \mu$ ). Getaran bending yang tak sebidang terjadi antara  $900-650 \text{ cm}^{-1}$

(11,05 - 15,4  $\mu$ ). Absorpsi ini terjadi karena adanya atom H yang bebas dalam suatu inti aromatis. ( 2,10 ) Pita-pita yang karakteristik untuk suatu bentuk aromatis nampak didaerah  $1667 - 1429 \text{ cm}^{-1}$  ( 6 - 7  $\mu$  ) yaitu masing-masing didekat 1600, 1580, 1500 dan  $1450 \text{ cm}^{-1}$  - (6,25 , 6,32 , 6,67  $\mu$  dan 6,90  $\mu$  ) dan ini disebabkan getaran sebidang dari C = C .

Pita yang kedua (pada  $1580 \text{ cm}^{-1}$ ) tidak begitu jelas tetapi ia akan menjadi lebih nyata apabila inti aromatisnya terikat pada beberapa gugusan yang tak jenuh sedangkan pita yang keempat (pada  $1450 \text{ cm}^{-1}$ ) sering-kali menjadi kabur karena absorpsi yang kuat dari getaran - bending -  $\text{CH}_2$  apabila ada gugusan alifatis. Pita-pita ini dapat dilihat dalam spektrum-spektrum sebagai berikut : polystyrene (gambar 13), asam benzoat (gambar 14), phenylacetylene (gambar 15), bensenitril (gambar 16) dan biphenyl (gambar 17).



Gambar : 13

Polystyrene

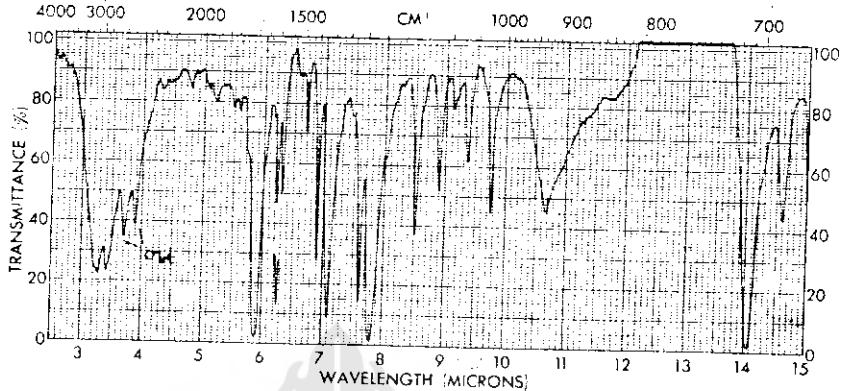


Fig. 3-21 Benzoic acid, 3.1% w/w in carbon tetrachloride, 0.1 mm path.

Gambar : 14

Asam benzoat

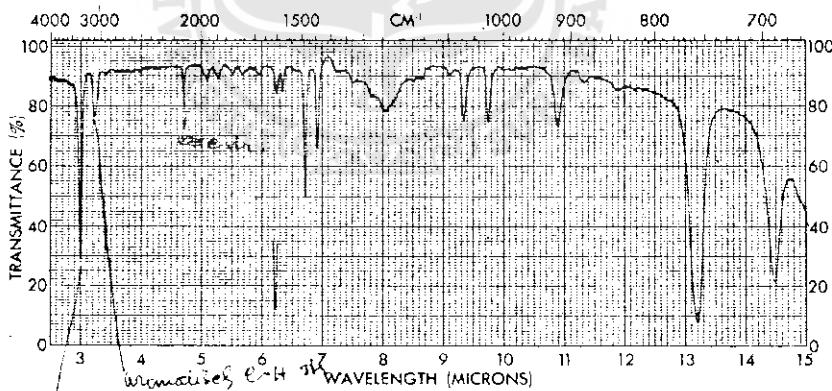


Fig. 3-27 Phenylacetylene, liquid film.

Acetylene est Ar

Gambar : 15

Phenylacetylene

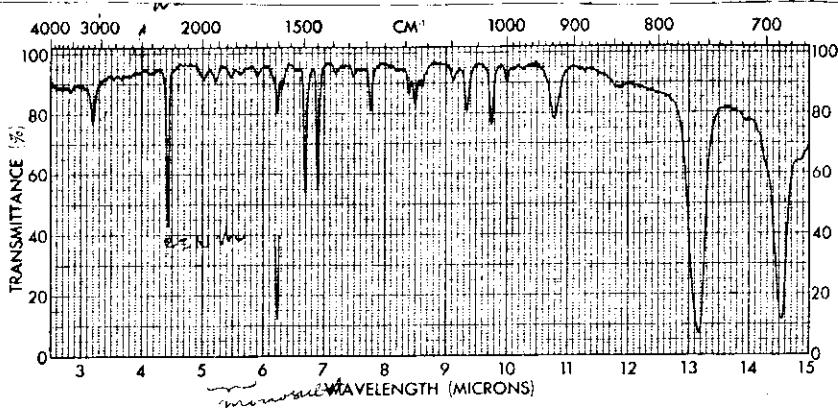
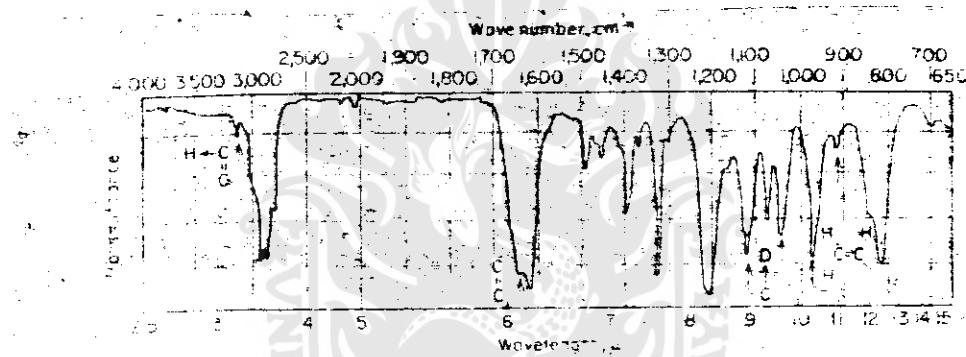


Fig. 3-28 Benzonitrile, liquid film.

**Gambar : 16**  
**Carbon tetrachlorida benzonitriil**

Fig. 5-20. Infrared spectrum of vinyl-2-methoxyethyl ether.  
 $\text{CH}_2=\text{CHOCH}_2\text{CH}_2\text{OCH}_3$ .

**Gambar : 16a.**  
**Spektrum infra merah dari vinyl-2-methoxyethyl ether**

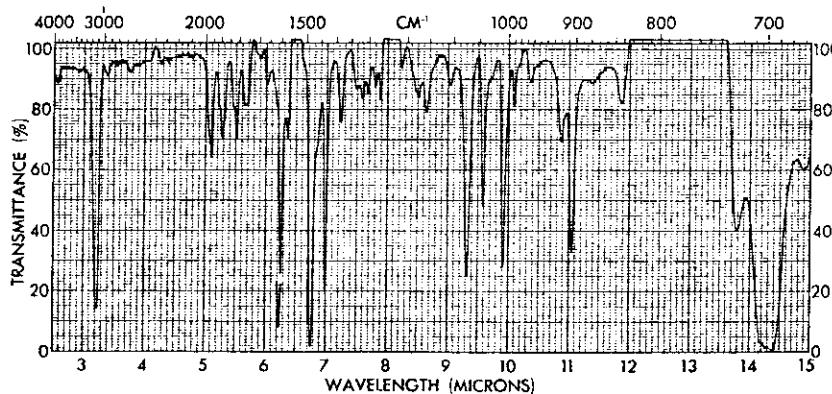


Fig. 3-29 Biphenyl, 20.2% w/w in carbon tetrachloride, 0.1 mm path.

**Gambar : 17**  
**Carbon tetrachlorida bophenyl**

Tidak adanya absorpsi didaerah ini hampir dapat menastikan bahwa bahan tersebut tidak mengandung suatu gelongan aromatis.

Suatu gelongan aromatis yang mempunyai 5 atom hidrogen yang berdampingan mengabsorpsi kuat baik didaerah  $13,3 \text{ } \mu$  maupun didaerah  $14,3 \text{ } \mu$  ( $750 \text{ dan } 700 \text{ cm}^{-1}$ ) apabila hanya terdapat 4 atom H seperti misalnya o-disubstitusi dari benzene ia mengabsorpsi kuat didekat  $750 \text{ cm}^{-1}$  ( $13,3 \text{ } \mu$ ).

Suatu gambaran yang jelas mengenai substitusi dalam suatu cincin benzen dapat dilihat dari pita-pita yang terjadi didaerah  $2000 - 1670 \text{ cm}^{-1}$  ( $5 - 6 \text{ } \mu$ ). Kemudian digabungkan dengan pita yang terjadi didaerah  $900 - 650 \text{ cm}^{-1}$  ( $11,1 - 15,4 \text{ } \mu$ ) yang berasal dari getaran-bending C-H yang tak sebidang.

Misalnya pita pada  $740 \text{ cm}^{-1}$  ( $13,5 \text{ } \mu$ ) dalam gambar-18 sangat spesifik untuk substitusi erthe dalam gugusan benzene dan getaran atom H yang mendekati dan menjauhi cincin menyebabkan timbulnya pita-pita didaerah KBr pada  $580$  dan  $505 \text{ cm}^{-1}$  ( $17,2$  dan  $19,8 \text{ } \mu$ ) untuk -xylene.

Apabila suatu bahan tak mengalami absorpsi didekat  $700 \text{ cm}^{-1}$  ( $14,3 \text{ } \mu$ ) maka tidak mungkin bahan tersebut adalah benzene dengan monosubstitusi.

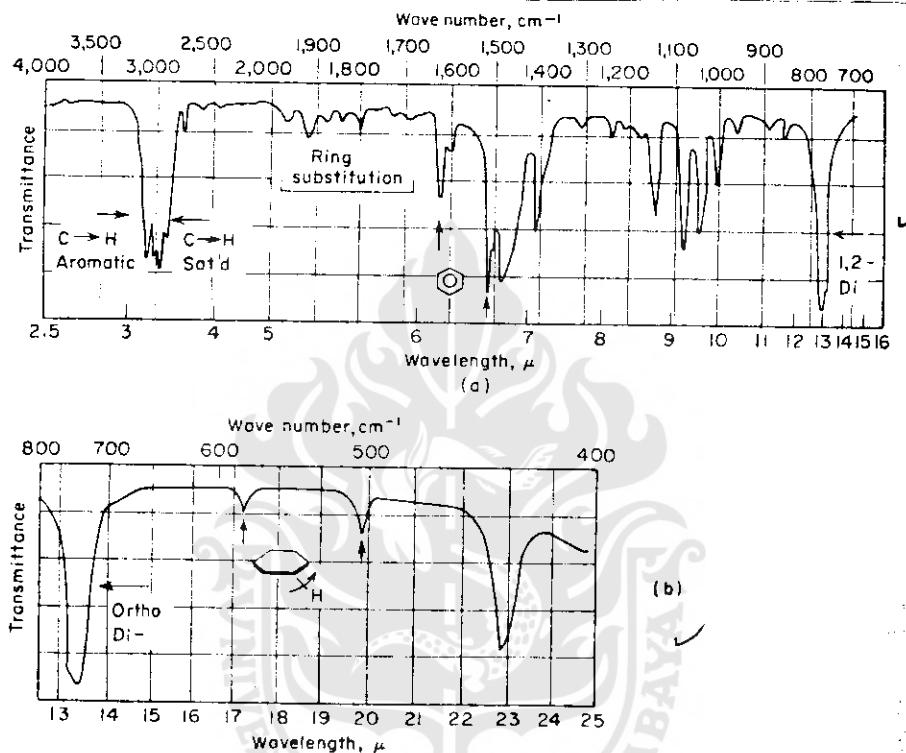


Fig. 5-22. Infrared spectrum of *o*-xylene: (a) the sodium chloride region and (b) the potassium bromide region.

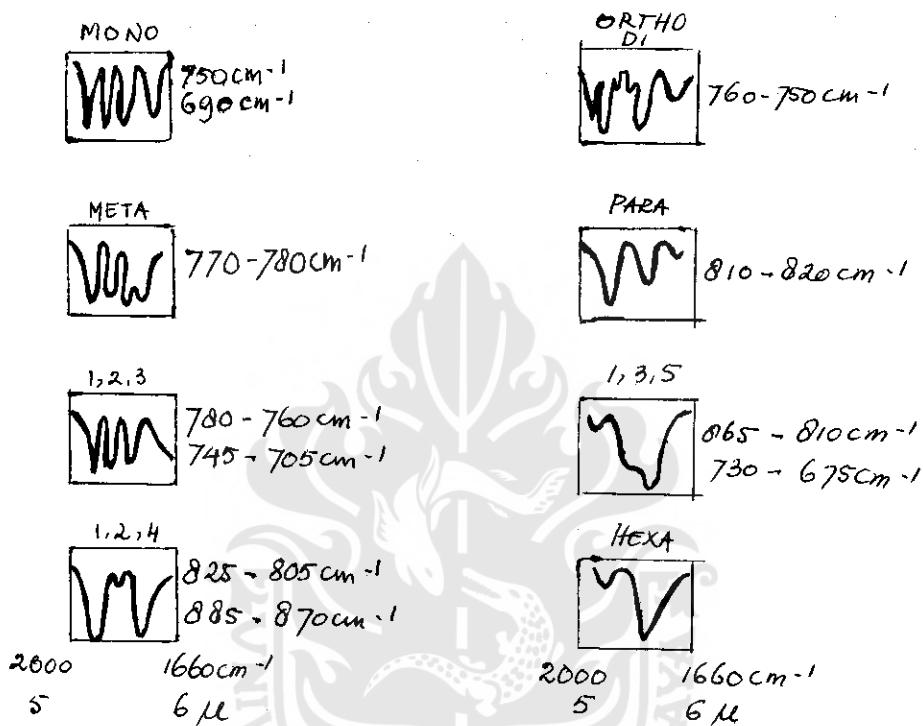
Gambar : 18

Spektrum infra merah dari *o* - xylene

a. daerah NaCl

b. daerah KBr

Dalam gambar 19 tampak suatu skema yang menggambarkan - macam-macam bentuk pita basorpsi dari suatu substitusi - kedalam cincin benzen.



Gambar : 19

Substitusi kedalam cincin benzen

Sekarang akan ditinjau ikatan O-H. Getaran stretching-untuk O-H terjadi pada  $3700 - 2250 \text{ cm}^{-1}$  ( $2,70 - 2,9 \mu$ ). Bila mana suatu bahan yang mengandung gugusan C-O ini diencerkan dengan polarut-polarut yang non polair maka getaran stretching O-H pada frekuensi yang lebih tinggi sedangkan getaran bendingnya terjadi pada frekuensi yang lebih rendah yaitu pada  $1420 - 1320 \text{ cm}^{-1}$  ( $7,04 - 7,66 \mu$ ).

Apabila suatu atom hidrogen (H) ditukar dengan suatu gugusan OH pada C terakhir dari suatu rantai alifatis maka akan terjadi dua macam getaran yaitu getaran stretching O-H pada  $3400 \text{ cm}^{-1}$  ( $2,95 \mu$ ) dan getaran stretching C-O pada  $1110 \text{ cm}^{-1}$  dan  $1060 \text{ cm}^{-1}$  ( $8,90$  dan  $9,45 \mu$ ). Suatu contoh ialah spektrum dari lauryl alkohol  $\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_{10} - \text{CH}_2\text{OH}$  (gambar 20). Absorpsi yang berasal dari getaran stretching O-H nampak pada  $3443 \text{ cm}^{-1}$  ( $2,9 \mu$ ) sebagai pita yang kuat yang karakteristik untuk gelongan hidroksil yang polimer. Absorpsi yang terjadi pada  $1053 \text{ cm}^{-1}$  ( $9,5 \mu$ ) menunjukkan getaran stretching C-O dalam alkohol primair.

Dalam larutan yang secer sekali absorpsi yang terjadi akibat getaran stretching O-H yang bebas nampak didasarkan dekat  $2,8 \mu$  ( $3570 \text{ cm}^{-1}$ ) sedangkan yang disebabkan oleh O-H yang terikat seperti yang terdapat pada dimer mengabsorpsi disekitar  $3,7 \mu$  ( $2700 \text{ cm}^{-1}$ - $2500 \text{ cm}^{-1}$ ). Absorpsi yang terakhir ini menunjukkan adanya asam kaya

boksilat dan ini nampak dalam spektrum asam nasa neat dan asam benzoat (gambar 21 dan gambar 14).

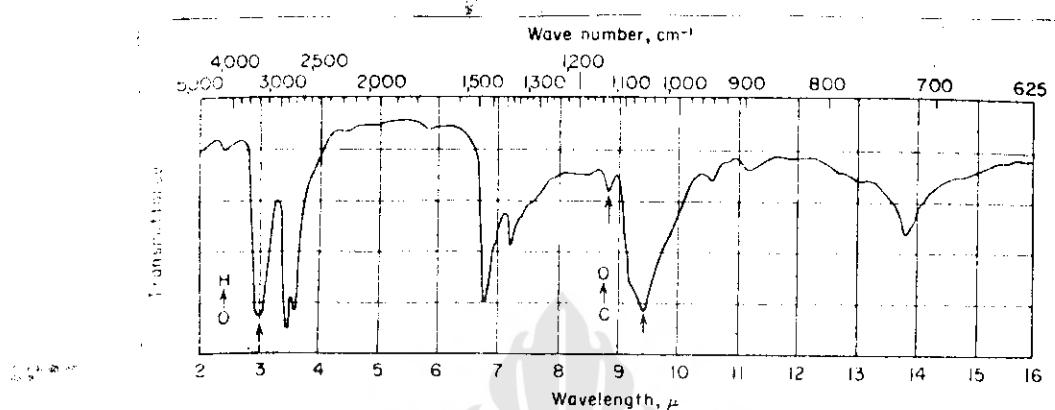


Fig. 5-16. Infrared spectrum of lauryl alcohol,  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{CH}_2\text{OH}$ .

### Gambar : 20

#### Spektrum infra merah dari lauryl alkohol

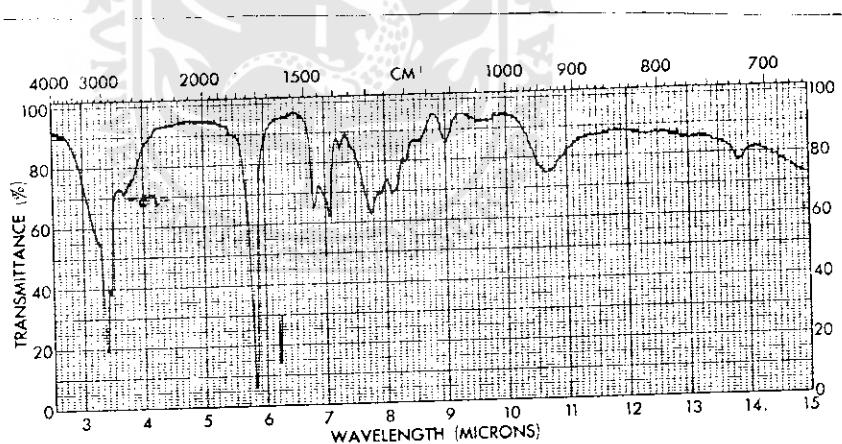


Fig. 3-20 Nonanoic acid, liquid film.

### Gambar : 21

#### Spektrum dari asam nasa neat

Pita-pita yang terjadi akibat getaran C=O nampak antara  $1280 - 1000 \text{ cm}^{-1}$  ( $7,8 - 10 \mu$ ) tergantung dari macam molekulnya. Untuk alkohol dan phenol (C-OH) pita-pita terjadi pada kira-kira  $1000 \text{ cm}^{-1}$  dan  $1250 \text{ cm}^{-1}$  ( $10$  dan  $8 \mu$ ).

Untuk molekul-molekul seperti ester, ether dan anhidrida yang mengandung gugusan C=O-C absorpsi terjadi pada  $1300 - 1040 \text{ cm}^{-1}$  ( $8,3 - 9,6 \mu$ ) yang berasal dari getaran stretching C=O dan getaran bending. (20) Untuk peroxida absorpsi terjadi pada kira-kira  $850 \text{ cm}^{-1}$  ( $11,7 \mu$ ).

Absorpsi dari gugusan C=O pada umumnya terjadi pada  $-1950 - 1640 \text{ cm}^{-1}$  ( $5,1 - 6,06 \mu$ ) misalnya pada keton, asam, ester, anhidrida.

Pita-pita C=O pada umumnya cukup nyata dan memberikan keterangan-keterangan yang berguna tentang sebuah molekul yang mengandung gugusan karbenil.

Letak pita yang berasal dari getaran C=O sangat dipengaruhi oleh adanya ikatan N dan juga oleh penggabungan yang terjadi (conjugation) misalnya untuk ethyl benzoat pita dari getaran C=O diduga akan terjadi pada frekuensi yang lebih rendah dari pada ethyl hexanoat karena ikatan C=O dari yang pertama tergabung pada cincin phenyl sehingga sifat-sifat karakteristik dari ikatan C=O kurang nyata dibandingkan dengan ikatan O-H.

Untuk aldehida ( $\text{H} \begin{matrix} \diagup \\ \text{R} \end{matrix} \text{C} = \text{O}$ ) dan keton ( $\text{C} - \begin{matrix} \diagup \\ \text{R} \end{matrix} \begin{matrix} \diagdown \\ \text{R} \end{matrix} \text{C} = \text{O}$ ) terjadi pita-pita pada  $1725$  dan  $1690 \text{ cm}^{-1}$  ( $5,80$  dan  $-5,90 \mu$ ). Absorpsi ini tergantung dari beberapa hal antara lain panjang rantai dan juga dari konjugasi tak-jenuh dengan bagian-bagian lain.

Suatu atom halogen yang terikat pada atom C dalam kedudukan  $\alpha$  pada suatu keton menurunkan panjang gelombang (menaikkan bilangan gelombang) dari getaran stretching  $\text{C}=\text{O}$  sebanyak kira-kira  $0,07 \mu$  ( $20 \text{ cm}^{-1}$ ).

Suatu  $\alpha, \alpha'$  dihalogen menunjukkan akibat yang sama seperti suatu halogen.

Suatu hal yang menarik dan dapat dikatakan karakteristik untuk golongan aldehida ialah terdapatnya dua buah pita yang lemah berasal dari getaran stretching  $\text{C} - \text{H}$ . Panjang gelombang dimana getaran ini terjadi lebih tinggi (bilangan gelombang lebih rendah) dari getaran stretching  $\text{C}-\text{H}$  yang normal yang biasanya terjadi didekat  $3,4 \mu$  ( $2940 \text{ cm}^{-1}$ ) yaitu pada  $3,55 \mu$  ( $2820 \text{ cm}^{-1}$ ) dan  $3,68 \mu$  ( $2720 \text{ cm}^{-1}$ ). (2, 20)

Kedua pita ini berasal dari getaran stretching simetris dan asimetris dari ikatan  $\text{C}-\text{H}$  dan  $\text{C}=\text{O}$ .

Seringkali puncah-puncah yang terjadi pada panjang gelombang yang lebih rendah (bilangan gelombang yang lebih tinggi) tidak nampak dengan jelas oleh karena di-kaburkan oleh absorpsi yang kuat dari getaran stretching  $\text{C}-\text{H}$  dalam bagian lain dari molekul.

Suatu contoh dari absorpsi aldehida nampak dalam spektrum benzaldehida (gambar 22) yaitu pada  $2841$  dan  $2762 \text{ cm}^{-1}$  ( $3,52$  dan  $3,62 \mu$ ).

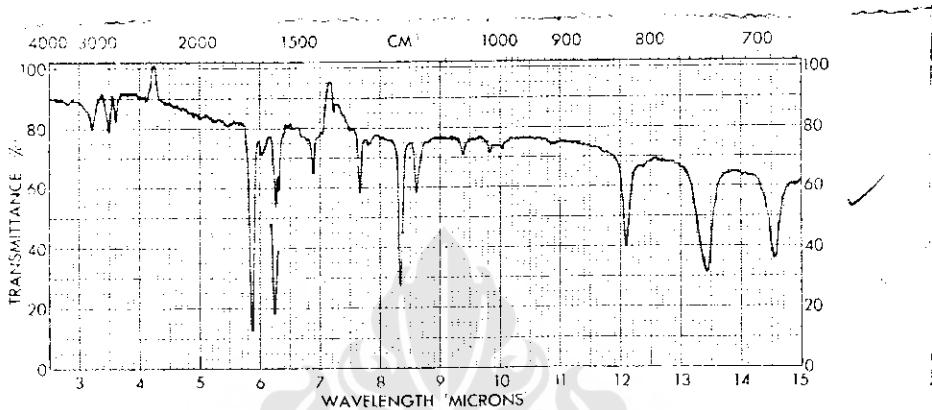


Fig. 3-15 Benzaldehyde, liquid

### Gambar : 22

#### Spektrum dari benzaldehida

Dalam hal ini kedua pita nampak dengan jelas karena disini tak terjadi getaran stretching C-H aromatis terjadi didekat  $3,24 \mu$  ( $3086 \text{ cm}^{-1}$ ). Absorpsi akibat getaran stretching dari karbonil dalam spektrum ini nampak pada  $5,89 \mu$  ( $1698 \text{ cm}^{-1}$ ).

Sekarang akan diperhatikan absorpsi C=O yang berasal dari suatu amida ( $\text{C}=\overset{\text{O}}{\text{N}}\text{H}_2$ ).

Absorpsi dari amida ini terjadi pada frekuensi yang lebih rendah dari ester dan keton.

Pita absorpsi C=O pada kira-kira  $1650 \text{ cm}^{-1}$  yang diselidiki dari suatu amida primer (misalnya amida dari ammonia) dikenal sebagai pita amida I.

Amida sekunder (amida dari amin primair) mengabsorpsi pada kira-kira  $1640 \text{ cm}^{-1}$  ( $6,08 \mu$ ). Apabila penyelidikan dilakukan dalam bahan yang berupa cairan maka begitupun pada amida primer maupun sekunder nampak puncaknya pada kira-kira  $1700 \text{ cm}^{-1}$  ( $5,88 \mu$ ).

Absorpsi C=O dari amida tertier (amida dari amin sekunder) terjadi pada  $1650 \text{ cm}^{-1}$  ( $6,05 \mu$ ). Amida tertier ini tidak mengandung gugusan N-H dan ia tidak menunjukkan suatu perubahan dalam absorpsi apabila konsentrasi diubah. Hal ini menunjukkan bahwa ikatan hidrogen disini tidak begitu penting seperti pada amida primer dan sekunder. (2)

Untuk gelongan ester letak pita absorpsi seperti pada keton tergantung dari ukuran cincin dan ikatan tak jenuhnya.

Pada absorpsi dari alifatic ester misalnya phenyl acetat (gambar 23) pada  $5,73 \mu$  ( $1745 \text{ cm}^{-1}$ ) nampak bahwa terjadi suatu efek listrik pada perubahan dari keten  $-\text{CH}_2-\text{C}=\text{CH}_2$  menjadi suatu ester  $-\text{CH}_2-\text{C}(=\text{O})\text{O}-$  yang menurunkan panjang gelombang kira-kira  $0,1 \mu$  - (menaikkan bilangan gelombang  $30 \text{ cm}^{-1}$ ). Hal ini disebabkan karena pertukaran gugusan  $-\text{CH}_2-$  dengan gugusan oksigen yang lebih elektronegatif.

Absorpsi dari suatu  $\alpha, \beta$  aryl ester yang tak jenuh terjadi pada panjang gelombang yang lebih tinggi  $0,1 \mu$

(bilangan gelombang  $30 \text{ cm}^{-1}$  lebih rendah) jika dibandingkan dengan yang jenuh misalnya pada ethyl benzoat (gambar 27) absorpsi terjadi pada  $5,79 \mu$  ( $1727 \text{ cm}^{-1}$ ). Disini nampak bahwa spektrum dari dua buah ester yang isomer yaitu methyl phenyl acetat dan ethyl benzoat - (masing-masing gambar 26 dan 24) agak berbeda karena - absorpsi yang disebabkan oleh getaran stretching karbonil dan juga karena adanya banyak perbedaan dalam da each finger print.

Absorpsi yang terjadi akibat getaran stretching dari - gugusan karbonil yang berasal dari suatu asam karboksilat jenuh misalnya asam nona noat (gambar 21) pada  $5,83 \mu$  ( $1715 \text{ cm}^{-1}$ ) akan terdapat pada panjang gelombang yang lebih tinggi (bilangan gelombang lebih rendah) apabila dibandingkan dengan yang tak jenuh misalnya asam benzoat (gambar 14). Sesuai dengan penyelidikan yang dilakukan maka absorpsi gugusan karbonil yang berasal dari asam karboksilat disebabkan oleh getaran - getaran dari bentuk dimer.

Pada pengenceran dengan suatu pelarut inert dua macam absorpsi dari karbonil yang nampak, yang pertama dihasilkan oleh monomernya dan yang kedua oleh dimernya ke duanya ini mengabsorpsi dekat  $5,68 \mu$  ( $1761 \text{ cm}^{-1}$ ) - dan  $5,82 \mu$  ( $1718 \text{ cm}^{-1}$ ).

Sebetulnya spektrum gelengan karboksil ini ditentukan

oleh getaran-getaran dari ikatan C=O , C-O , C-O-H dan OH (gambar 25).

Dari kelima pita yang karakteristik tiga diantaranya - yaitu pada  $2700$ ,  $1300$  dan  $943\text{ cm}^{-1}$  ( $3,7$  ,  $7,7$  dan  $-10,6\text{ }\mu$ ) berhubungan erat dengan getaran OH karboksil. Mereka menghilang apabila ion karboksilat terbentuk. Apabila asamnya terdapat dalam bentuk dimer maka pita dari getaran stretching C-H yang terjadi pada  $2700\text{cm}^{-1}$  ( $3,7\text{ }\mu$ ) menghilang sedangkan pita absorpsi pada  $-943\text{ cm}^{-1}$  ( $10,6\text{ }\mu$ ) berasal dari getaran bending OH tak sebidang tetap ada.

Untuk ikatan C=C yang tak jenuh terjadi getaran stretching pada  $1650\text{ cm}^{-1}$  ( $6,07\text{ }\mu$ ) seperti nampak pada gambar 16a .

Untuk ikatan C=C (acetylen) absorpsinya terjadi didaerah  $4,4 - 4,8\text{ }\mu(2275 - 2085\text{ cm}^{-1})$ . Absorpsi disini lemah.

Spektrum dari phenyl acetylene (gambar 17) menunjukkan getaran stretching C=C pada  $4,72\text{ }\mu(2340\text{ cm}^{-1})$ .

Absorpsi yang terjadi akibat getaran stretching dari ikatan triple gelongan nitril terjadi dalam daerah yang sama seperti acetylene tetapi absorpsinya lebih kuat. Dapat dilihat suatu persamaan spektrum dari benzonitril (gambar 18) yang terjadi pada  $4,44\text{ }\mu(2252\text{cm}^{-1})$  dan phenylacetylen yang sebetulnya sudah dapat diduga

semula karena molekulnya hanya mengalami perubahan sedikit yaitu dari  $\text{--N}$  menjadi  $\text{--C}=\text{H}$ .

Sekarang akan ditinjau getaran dari suatu ikatan N-H (amin). Biasanya getaran stretching terjadi didaerah  $2,8 - 3,0 \mu$  ( $3510 - 3333 \text{ cm}^{-1}$ ).

Untuk N-H yang bebas terjadi pada frekuensi yang lebih tinggi dan untuk yang terikat pada frekuensi yang lebih rendah.

Pita yang berasal dari getaran bending sebidang dari N-H terjadi pada  $6,03 - 6,22 \mu$  ( $1658 - 1608 \text{ cm}^{-1}$ ) dan  $6,45 - 6,74 \mu$  ( $1550 - 1484 \text{ cm}^{-1}$ ) sedangkan yang tak sebidang terjadi antara  $10,1 - 16,6 \mu$  ( $900 - 600 \text{ cm}^{-1}$ ). Apabila suatu getaran aman terbentuk maka pita-pita ini teristimewa yang berasal dari getaran stretching akan nampak pada frekuensi yang lebih rendah.

Serangkaian pita yang kurang nyata nampak antara  $3,5 - 4 \mu$  ( $3140 - 2500 \text{ cm}^{-1}$ ) dan pada  $4090 \text{ cm}^{-1}$  ( $4,9 \mu$ ) - yang berasal dari golongan  $\text{NH}_3^+$ . Sedangkan untuk  $\text{NH}_2^-$  dan  $\text{NH}_2^+$  masing-masing terjadi pada  $2700 \text{ cm}^{-1}$  ( $3,7 \mu$ ) dan  $2000 \text{ cm}^{-1}$ .

Absorpsi yang berasal dari getaran bending N-H dari gugusan ammonium yang disubstitusi dari asam aspartat (gambar 26) terjadi pada  $6 - 10 \mu$  ( $1639 \text{ cm}^{-1}$ ) dan  $6,64 \mu$  ( $1506 \text{ cm}^{-1}$ ).

Suatu spektrum yang karakteristik nampak dalam gambar 27 yang sangat menarik ialah getaran stretching N-H

disekitar  $330 \text{ cm}^{-1}$  ( $3,0 \mu$ ), biasanya terdapat pita lebar dari suatu amin primair.

Apabila dilakukan penyelidikan dalam larutan yang encer maka spektrum dari amin primer mempunyai dua buah pita didaerah  $2,8 - 3,0 \mu$  ( $3570 - 3333 \text{ cm}^{-1}$ ) yang berasal dari getaran stretching simetris dan asimetris. - gugusan N-H ; amin sekunder hanya mempunyai sebuah pita didaerah ini sedangkan amin tertier tidak ada sama sekali.

Dalam gambar 28 nampak spektrum  $\sigma$ -methoxyanilin dimana absorpsi disebabkan oleh getaran stretching dari N-H yang bebas pada  $2,78$  dan  $2,68 \mu$  ( $3597 - 3497 \text{ cm}^{-1}$ ). Adalah menarik sekali untuk memperhatikan perubahan - yang nyata sekali terjadi dalam spektrum infra merah - karena acetilasi  $\sigma$ -methoxyanilin (gambar 28) menjadi -  $\sigma$ -methoxyacetanilida (gambar 29).

Suatu contoh penggunaan spektroskopi infra merah untuk analisis kualitatif ialah penyelidikan ikatan H. ( 14 ) Penyelidikan dilakukan baik terhadap larutan yang pekat maupun yang encer. Sebagai pelarut dipakai pelarut yang non polarir.

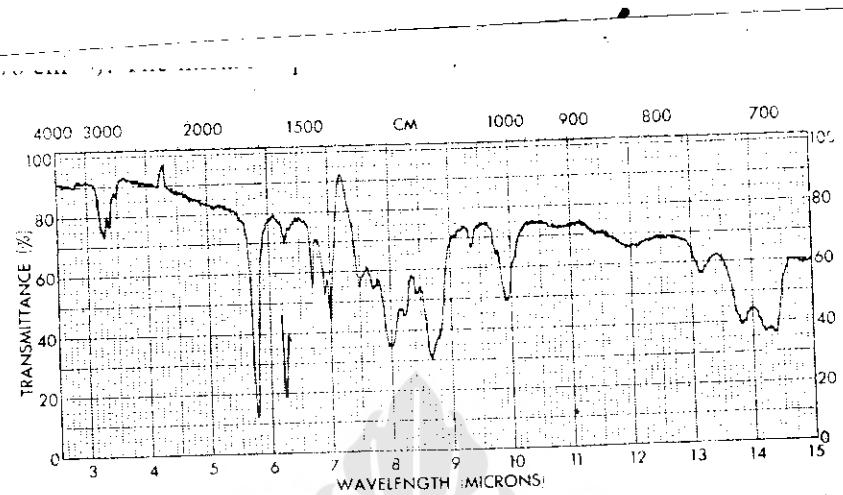


Fig. 3-16 Methyl phenylacetate, liquid film.

**Gambar : 23**  
**Spektrum dari phenylacetat**

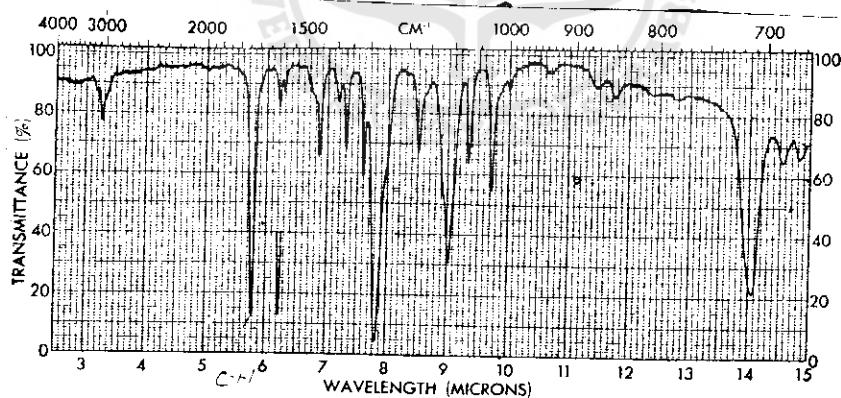


Fig. 3-17 Ethyl benzoate, liquid film.

**Gambar : 24**  
**Spektrum dari ethyl benzoat**