

MEMPELAJARI SINTESIS 4-(HIDROKSI FENIL)-3-BUTEN-2-ON

Deni Pranowo, M. Yusuf Affandi, Wahyu Candraningrum, M. Muchalal

Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Gadjah Mada, Sekip Utara PO Box Bls 21 Yogyakarta, 55281
email: maspranowo@ugm.ac.id

Abstrak

Telah dipelajari sintesis 4-(hidroksi fenil)-3-buten-2-on melalui reaksi kondensasi aldol silang antara 4-hidroksibenzaldehida dengan aseton dengan katalis NaOH mengikuti metode Drake dan Allen serta metode Furniss. Selain itu juga diketahui kondisi optimum reaksi sintesis 4-(hidroksi fenil)-3-buten-2-on. Penelitian diawali dengan penambahan 4-hidroksibenzaldehida pada aseton dengan perbandingan mol 1:8. dengan variasi konsentrasi NaOH. Selanjutnya dilakukan pula variasi perbandingan mol aseton dan 4-hidroksibenzaldehida, serta variasi suhu reaksi. Selain itu juga dilakukan dengan metode Hasil reaksi dianalisis menggunakan GCMS Shimadzu QP-2010S, GC HP 5890 Series II, FTIR Shimadzu 8201 PC dan ¹H-NMR Jeol JNM-MY60. Hasil menunjukkan bahwa sintesis 4-(4-hidroksi fenil)-3-buten-2-on tidak dapat dilakukan dengan metode Drake dan Allen. Sedangkan dengan metode Furniss optimum dilakukan pada perbandingan mol aseton:4-hidroksibenzaldehida:aseton = 8:1, pada suhu pemanasan 55-60 °C selama 3 jam dengan rendemen 83,95%. Dengan metode MAOS yang dilakukan pada waktu 20 menit dan energy 100 Watt dihasilkan produk 61,73%.

Kata kunci: 4-(hidroksi fenil)-3-buten-2-on, kondensasi aldol silang.

PENDAHULUAN

Penelitian untuk mempelajari reaksi kondensasi aldol telah banyak dilakukan. Darminto (1999) melakukan sintesis benzalaseton dengan menggunakan metode Drake dan Allen serta membandingkannya dengan metode Furniss. Hasil penelitian Darminto menunjukkan bahwa metode Drake dan Allen yaitu reaksi antara benzaldehida dan aseton dengan penambahan air menghasilkan benzalaseton dengan hasil lebih baik dibandingkan dengan metode Furniss yaitu reaksi antara benzaldehida dan aseton tanpa disertai penambahan air. Dengan metode Drake dan Allen diperoleh benzalaseton dengan rendemen 64,21%, sedangkan dengan metode Furniss tidak diperoleh hasil yang diharapkan.

Sedyasthi (2002) membandingkan reaktivitas veratraldehida dan *p*-anisaldehida terhadap reaksi kondensasi aldol dengan aseton. Penelitian Sedyasthi membandingkan pengaruh keberadaan gugus metoksi pada kedua senyawa tersebut terhadap reaktivitas senyawa tersebut pada reaksi kondensasi aldol. Hasilnya veratralaseton yang dihasilkan memiliki rendemen 76,33% dan *p*-anisalaseton yang dihasilkan sebanyak 81,82%. Dengan demikian Sedyasthi berkesimpulan bahwa keberadaan gugus metoksi akan menurunkan rendemen reaksi kondensasi aldol. Hal ini dikarenakan gugus metoksi (-OCH₃) dapat menimbulkan efek resonansi sehingga kerapatan elektron pada C karbonil pada gugus aldehida semakin tinggi. Oleh sebab itu serangan karbanion aseton sebagai nukleofil terhadap atom C karbonil menjadi lebih sukar. Sumbangan elektron yang

diberikan oleh gugus metoksi semakin besar dengan semakin banyak keberadaan gugus metoksi dalam senyawa tersebut. Kesimpulan serupa diutarakan Susilowati (2003) yang melakukan penelitian membandingkan reaktivitas *p*-anisaldehida dengan benzaldehida pada reaksi kondensasi aldol. Hasil penelitian Susilowati menunjukkan bahwa rendemen *p*-anisalaseton 61,36% lebih rendah dibanding rendemen benzalaseton 63,18%.

Reaksi kondensasi aldol silang (*cross aldol condensation*) adalah reaksi antara suatu aldehida tanpa H α dengan aldehida lain yang memiliki hidrogen α .

Kondensasi aldol silang juga dapat terjadi pada reaksi antara aldehida tanpa H α dengan suatu keton, misalkan dengan aseton. Aseton memiliki H α , yakni atom hidrogen yang terikat pada atom karbon yang terikat langsung pada karbon karbonil. Hidrogen yang berposisi α bersifat asam terutama karena stabilisasi-resonansi dari ion enolat produknya.

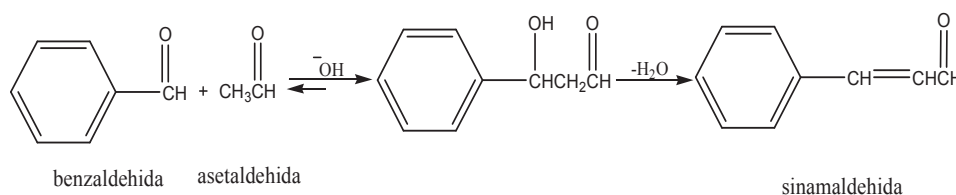
Karena stabilisasi-resonansi dalam ion enolat dari aseton, maka aseton bersifat asam yang jauh lebih kuat daripada suatu alkana (Fessenden dan Fessenden, 1999^b). Oleh sebab itu dapat terjadi reaksi kondensasi silang antara benzaldehida dan aseton.

Keberadaan NaOH sebagai katalis dalam reaksi aldol juga memegang peranan penting. Konsentrasi NaOH yang tepat akan menyebabkan reaksi kondensasi aldol berjalan dengan baik sehingga produk yang dihasilkan juga semakin banyak. Darminto (1999), Sedyasthi (2000), Susilowati (2003), Khasana (2003) dan Göksu *et al*, 2003

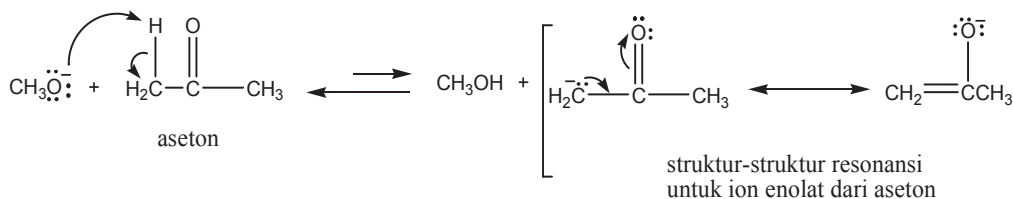
menggunakan NaOH 10% (b/v) sebagai katalis reaksi kondensasi aldol. Demikian halnya dengan Drake dan Allen (1923) dan Furniss *et al.*, (1989). Sedangkan Jacobson *et al* (1976) menggunakan NaOH 20% (b/v) dalam reaksi kondensasi aldol silang antara 4-hidroksibenzaldehida dan aseton. Beberapa penelitian tersebut menyimpulkan bahwa reaksi kondensasi aldol dipengaruhi oleh substituen pada senyawa turunan benzaldehida. Wahyuningsih (1996) menyimpulkan bahwa reaktivitas senyawa benzaldehida, *p*-anisaldehida dan veratraldehida terhadap reaksi kondensasi benzoin dan aldol silang adalah sebagai berikut benzaldehida > *p*-anisaldehida > veratraldehida. Kesimpulan tersebut didukung oleh hasil penelitian Sedyasthi (2002) yang menyimpulkan bahwa reaksi kondensasi aldol pada *p*-anisaldehida lebih optimal dibandingkan pada veratraldehida. Hal ini dikarenakan keberadaan gugus metoksi (-OCH₃) dapat menimbulkan efek resonansi sehingga kerapatan elektron pada C karbonil pada gugus aldehida semakin tinggi. Semakin banyak keberadaan gugus metoksi pada senyawa tersebut, maka akan menimbulkan dorongan elektron, sehingga kerapatan elektron pada C karbonil semakin kuat. Hal ini terlihat dari hasil penelitian Sedyasthi dimana

rendemen anisalaseton lebih besar dibandingkan rendemen veratralaseton. Susilowati (2003) juga berkesimpulan yang serupa terhadap reaktivitas benzaldehida dan *p*-anisaldehida terhadap reaksi kondensasi aldol dengan aseton. Benzaldehida lebih reaktif dibandingkan *p*-anisaldehida, hal ini terlihat dari rendemen benzalaseton yang lebih besar dibandingkan rendemen *p*-anisalaseton.

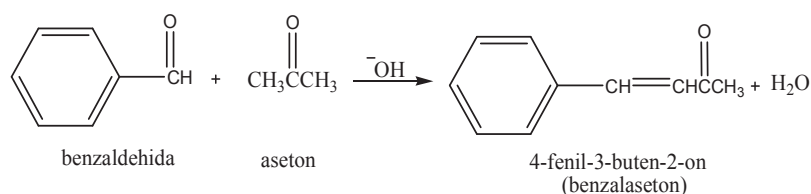
Jika dilihat dari strukturnya, pengaruh gugus metoksi pada posisi *para* akan memberikan efek dorongan elektron terhadap atom C karbonil lebih rendah dibandingkan efek dorongan yang ditimbulkan oleh keberadaan gugus hidroksi. Berdasarkan persamaan Hammett, gugus metoksi pada posisi *para* memberikan efek dorongan elektron sebesar 0,27 sedangkan efek dorongan yang ditimbulkan gugus hidroksi pada posisi *para* sebesar 0,37 (Sykes, 1989). Kenaikan efek donasi elektron akan mengakibatkan kerapatan elektron atom C karbonil menjadi semakin besar, hal ini mengakibatkan atom C karbonil tersebut menjadi kurang reaktif terhadap serangan nukleofil. Rendahnya kereaktifan atom C karbonil terhadap serangan nukleofil akan berdampak pada rendahnya produk yang dihasilkan.



Gambar 1 Reaksi aldol benzaldehida dan asetaldehida



Gambar 2 Pembentukan ion enolat



Gambar 3 Reaksi pembentukan benzalaseton

METODE PENELITIAN

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah : alat gelas laboratorium, satu set alat refluks, pemanas listrik, penyaring Buchner, alat timbang elektrik (Shimadzu BL-3200 H), evaporator Buchii, alat penentu titik lebur (Electrothermal 9100), spektrometer infra merah (FTIR, shimadzu 8201PC), spektrometer resonansi magnetik inti ($^1\text{H-NMR}$, Jeol JNM-MY60), kromatografi gas (GC, Hewlett Pacard 5890 series II), kromatografi gas spektrometer massa (GCMS, Shimadzu QP-2010S). Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini memiliki kualitas pro analisis (p.a) dari Merck, yakni: aseton, NaOH, etanol, asam klorida (HCl) 37%. 4-hidroksibenzaldehida (Aldrich), dan akuades (Asia lab).

Sintesis 4-(4-hidroksifenil)-3-buten-2-on dengan metode Drake dan Allen. 4-Hidroksibenzaldehida sebanyak 0,04 mol (4,88 g) direaksikan dengan 0,11 mol aseton (8 mL) dan akuades 4 mL dalam labu leher tiga 100 mL. Selanjutnya ditambahkan 1 mL NaOH 30% pertetes dan diaduk selama 2 jam pada suhu kamar. Berikutnya ditambahkan akuades dan diasamkan hingga $\text{pH} \sim 2$ dengan HCl 10%. Tidak terbentuk produk kristal dari langkah kerja ini.

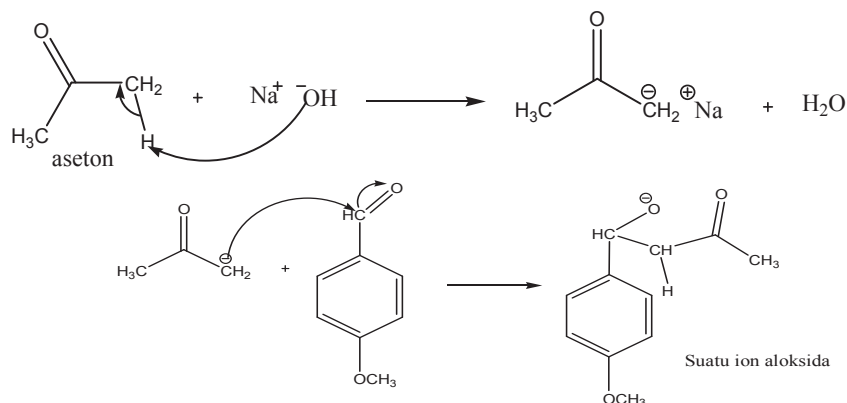
Sintesis 4-(4-hidroksifenil)-3-buten-2-on dengan metode Furniss. Aseton (0,11 mol; 8 mL) dan 2 mL NaOH 30% diaduk 30 menit. Lalu ditambah 4-hidroksibenzaldehida (0,04 mol; 4,88 g) dan diaduk selama 2,5 jam. Kemudian ke dalam campuran ditambahkan akuades dan HCl 10% hingga $\text{pH} \sim 2$. Berikutnya campuran didinginkan dalam penangas es. Kristal disaring dan dicuci dengan aquades. Selanjutnya dikeringkan dan diuji titik lelehnya. Analisis struktur dilakukan dengan GCMS, FTIR, dan $^1\text{H-NMR}$. Selanjutnya dilakukan optimasi dengan variasi perbandingan mol dan variasi waktu reaksi

HASIL DAN PEMBAHASAN

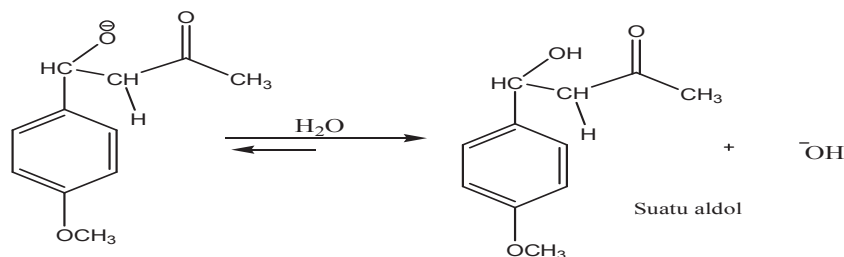
Sintesis 4-(4-hidroksifenil)-3-buten-2-on dengan metode Drake dan Allen.

Penelitian dengan metode ini mengacu pada penelitian yang dilakukan oleh Sedyasthi (2002) dan Susilowati (2003) yang melakukan kondensasi aldol antara aseton dan anisaldehida, dimana aseton ditambahkan berlebih agar mencegah reaksi lanjutan yakni pembentukan dianisaseton. Penambahan air dalam reaksi ini mengacu pada hasil penelitian Darminto (1999) yang menyimpulkan bahwa metode Drake dan Allen (dalam reaksi kondensasi aldol silang dilakukan penambahan air) akan menghasilkan produk yang lebih baik dibanding metode Furniss (tanpa penambahan air). Fungsi air di sini adalah untuk membantu pembentukan suatu aldol dari suatu ion aloksida. Selanjutnya ditambahkan 1 mL NaOH 10% (b/v) secara bertetes-tetes dan diaduk 2 jam pada suhu kamar ($T = 26-28\text{ }^\circ\text{C}$). Fungsi NaOH dalam reaksi ini adalah sebagai katalis yang berperan dalam menarik $\text{H}\alpha$ pada aseton sehingga terbentuk ion enolat. Ion enolat berfungsi sebagai nukleofil yang terbentuk dari aseton yang akan menyerang $\text{C}=\text{O}$ karbonil pada gugus aldehida, sehingga terjadi kondensasi antara aseton dan aldehida dalam bentuk ion aloksida. Mekanisme reaksi yang terjadi pada pembentukan *p*-anisaseton disajikan dalam gambar 4. Selanjutnya dengan air pada kondisi asam akan terjadi reaksi penyempurnaan pembentukan aldol (Gambar 5).

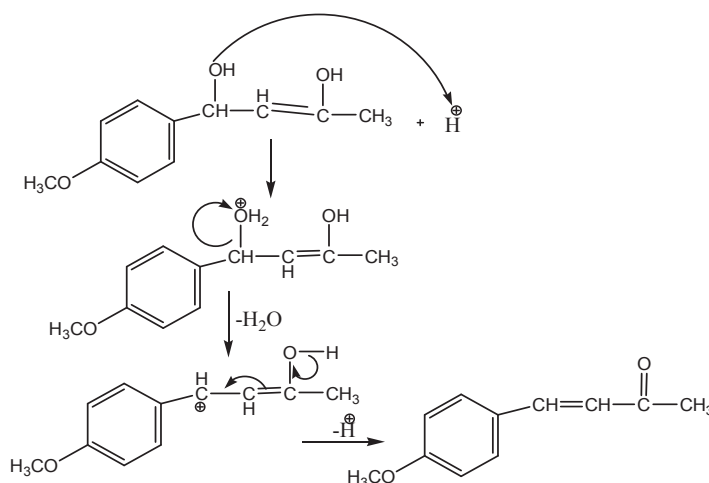
Penambahan HCl sampai $\text{pH} 1-2$ akan menyebabkan reaksi dehidrasi aldol. Selain itu berperan juga dalam menjaga molekul senyawa bentuk enol pada saat kesetimbangan keto-enol. Setelah mengalami kesetimbangan keto-enol. Selanjutnya terjadi reaksi dehidrasi aldol. Mekanisme reaksi dehidrasi aldol dengan adanya katalis asam digambarkan dalam gambar 6.



Gambar 4 Pembentukan ion aloksida pada sintesis *p*-anisaseton



Gambar 5 Mekanisme reaksi pembentukan suatu aldol

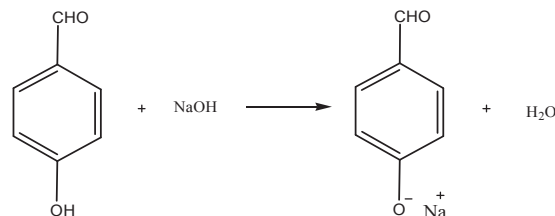


Gambar 6 Mekanisme reaksi dehidrasi aldol

Sintesis 4-(4-hidroksi fenil)-3-buten-2-on dengan metode Drake dan Allen dengan variasi suhu 10, 26, dan 55°C, serta variasi waktu reaksi 2, 3 dan 5 jam tidak diperoleh produk yang diharapkan. Kristal yang didapatkan setelah dianalisis dengan GC-MS menunjukkan satu puncak dengan m/z 121 yang sama dengan Mr 4-hidroksi benzaldehida. Spektra FTIR menunjukkan adanya serapan pada 2.800-2.700 cm⁻¹ yang merupakan rentangan C-H gugus aldehida dan serapan pada 1.666,4 cm⁻¹ menunjukkan keberadaan gugus C=O karbonil pada aldehida. Sehingga dimungkinkan produk kondensasi aldol tidak terbentuk.

Tidak terbentuknya produk kondensasi aldol dari 4-hidroksi benzaldehida dengan aseton dengan katalis NaOH diduga dipengaruhi oleh gugus OH (gugus fenol) pada 4-hidroksi benzaldehida yang memiliki tingkat keasaman yang tinggi. Urutan penambahan reaktan ikut berpengaruh dalam jalannya reaksi. Sehingga dilakukan penambahan aseton dan NaOH terlebih dahulu, baru kemudian dilakukan penambahan 4-hidroksi benzaldehida hal ini dikarenakan keasamannya yang lebih tinggi dibanding aseton. Jika ditambahkan secara bersama-sama dimungkinkan akan terjadi

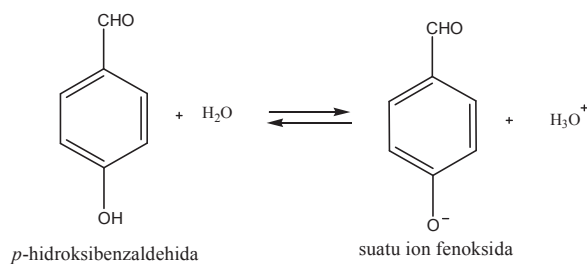
reaksi pembentukan garam, seperti reaksi Gambar 7.



Gambar 7 Reaksi pembentukan garam pada 4-hidroksi benzaldehida

Menurut Maliverney *et al.*, (2000) 4-hidroksi benzaldehida bereaksi dengan cara yang sama seperti halnya gugus fenol saat menyerang suatu elektrofil. Dalam hal ini berarti 4-hidroksi benzaldehida mudah melepaskan ion H⁺ guna membentuk suatu fenoksida. Faktanya 4-hidroksi benzaldehida memiliki *Ka* 2,2 x 10⁻⁸ atau *pKa* = 7,66 pada 25 °C (Windholz,1983) dan jauh lebih asam dibandingkan dengan aseton *pKa* = 19 (Coetzee dan Chang, 1986).

4-hidroksi benzaldehida merupakan senyawa fenol (senyawa organik dengan gugus hidroksil yang terikat langsung pada atom karbon dalam cincin benzena) oleh sebab dapat mengion di dalam air, seperti halnya fenol, membentuk ion fenoksida (Daintith, 1990). Pembentukan ion fenoksida di dalam air digambarkan sebagai berikut :



Gambar 8 Pembentukan ion fenoksida pada 4-hidroksi benzaldehida

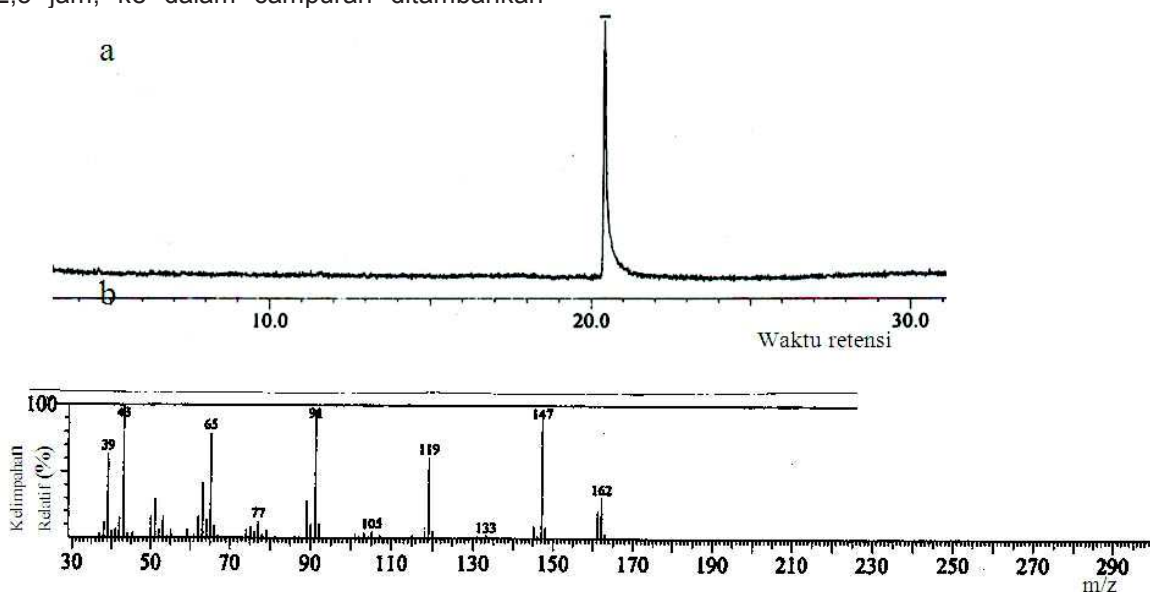
Keberadaan ion fenoksida ini dapat mengganggu jalannya reaksi kondensasi aldol antara 4-hidroksi benzaldehida dengan aseton. Ion fenoksida merupakan nukleofil yang baik, sehingga di dalam reaksi dapat terjadi kompetisi antara ion fenoksida dan ion enolat sebagai nukleofil. Hal ini yang dimungkinkan menyebabkan reaksi kondensasi aldol tidak terbentuk. Selanjutnya reaksi dilakukan dengan meminimalisir adanya molekul air sehingga ion fenoksida tidak terbentuk. Oleh karenanya reaksi dilakukan dengan metode Furniss.

Sintesis 4-(4-hidroksifenil)-3-buten-2-on dengan metode Furniss. Sintesis dimulai dengan pencampuran aseton dan NaOH di dalam labu leher tiga diaduk selama 30 menit. Hal ini bertujuan untuk membentuk ion enolat (nukleofil). Selanjutnya ditambahkan 4-hidroksi benzaldehida sedikit demi sedikit. Pada saat 4-hidroksi benzaldehida ditambahkan, terbentuk kristal berwarna kuning. Semakin banyak 4-hidroksi benzaldehida yang ditambahkan, warna kristal berubah menjadi coklat kekuningan. Setelah proses reaksi berlangsung selama 2,5 jam, ke dalam campuran ditambahkan

akuades dan HCl 10% sampai pH ~2. Berikutnya campuran didinginkan dalam penangas es, kristal dicuci, dikeringkan dan diuji titik lelehnya. Kristal kemudian dianalisis dengan GCMS, FTIR, dan ¹H-NMR. Hasil analisis dengan GCMS ditunjukkan dalam gambar 9.

Satu puncak dalam kromatogram tersebut memiliki ion molekular (M^+) 162, hal ini sama dengan ion molekular 4-(4-hidroksi fenil)-3-buten-2-on. Fragmentasi m/z 147 menandakan lepasnya gugus metil (M-15), sedangkan m/z 119 menandakan lepasnya gugus metil dan lepasnya CO (M-15-28).

Hasil identifikasi FTIR menunjukkan adanya serapan akibat rentangan Csp^2-H pada daerah 3000 cm^{-1} bersama dengan serapan pada daerah 1600 dan $1512,1\text{ cm}^{-1}$ dengan intensitas sedang-lemah yang menunjukkan adanya gugus aromatis. Serapan pada $817,8\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan bahwa gugus aromatis tersebut tersubstitusi *para*. Serapan untuk ikatan C=C dalam senyawa tak jenuh $-\alpha,\beta$ muncul pada daerah $1627,8\text{ cm}^{-1}$ dan diperkuat oleh serapan pada daerah $972,1\text{ cm}^{-1}$ yang menunjukkan adanya struktur *trans*. Sedangkan serapan pada daerah $1670,2\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan adanya gugus C=O karbonil dari gugus keton. Serapan karakteristik C-H aldehida pada daerah $2800-2700\text{ cm}^{-1}$ telah berkurang intensitasnya. Untuk lebih meyakinkan bahwa senyawa hasil reaksi ini berbeda dengan senyawa reaktan, maka spektrum FTIR 4-(4-hidroksi fenil)-3-buten-2-on dibandingkan FTIR 4-hidroksibenaldehida. Perbandingan serapan gugus tersebut dapat dilihat dalam tabel 1.



Gambar 9 Kromatogram (a) dan spectra mass (b) 4-(4-hidroksi fenil)-3-buten-2-on

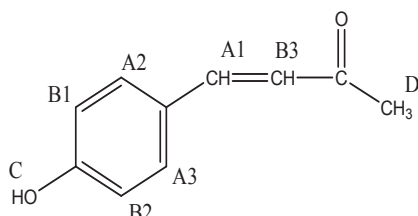
Tabel 1 Perbandingan data FTIR 4-hidroksibenzaldehida dan 4-(4-hidroksi fenil)-3-buten-2-on

No	Bilangan gelombang (cm ⁻¹)	Gugus	<i>p</i> -hidroksibenzaldehida	4-(4-hidroksi fenil)-3-buten-2-on
1	2800-2700	C-H aldehida	√	√ (rendah)
2	817,8	Senyawa aromatis tersubstitusi <i>para</i>	√	√
3	1600 dan 1512,1	C=C aromatis		√
4	1666,4	C=O (aldehida)	√	-
5	1670,2	C=O (keton)	√	√
6	1627,8 dan 972,1	C=C dengan struktur <i>trans</i>	-	√

Tabel 2 Hasil sintesis 4-(4-hidroksi fenil)-3-buten-2-on dengan metode Furniss dengan variasi perbandingan mol

No	Perb. mol 4-hidroksi benzaldehida dan aseton	Waktu reaksi (jam)	Suhu reaksi (°C)	Warna produk dan titik leleh	Rendemen (%)	Kemurnian (%)
1.	1 : 2,5	3	26-28	Kuning, 98 °C	32,92	100,00
2.	1 : 3,0	3	26-28	Kuning, 100 °C	41,85	99,50
3.	1 : 8,0	4	26-28	Kuning, 102 °C	75,31	100,00
4.	1 : 10,0	4	26-28	Kuning, 102 °C	33,95	99,91

Identifikasi produk dengan menggunakan ¹H-NMR menunjukkan adanya 4 sinyal. Sinyal A multiplet pada daerah pergeseran kimia $\delta = 7,25-7,75$ ppm dan sinyal B multiplet pada daerah pergeseran $\delta = 6,65-7,05$ ppm. Integrasi dari sinyal A dan B setara dengan 6 atom H. Hal ini diperkirakan terjadinya gabungan dari sinyal-sinyal yang berasal dari atom H aromatik dan atom H dari =CH. Sinyal C singlet pada daerah pergeseran kimia $\delta = 6,4$ ppm dan hasil integrasi setara dengan 1 H. Diperkirakan sinyal C merupakan sinyal yang berasal dari atom H pada -OH. Sinyal D singlet pada daerah pergeseran $\delta = 2,35$ ppm dan hasil integrasi setara dengan 3 atom H. Diperkirakan sinyal D merupakan sinyal yang berasal dari atom H pada -CH₃.



Berdasarkan hasil identifikasi GCMS, FTIR dan ¹H-NMR disimpulkan bahwa senyawa hasil sintesis merupakan 4-(4-hidroksi fenil)-3-buten-2-on. Selanjutnya dilakukan beberapa variasi guna memperoleh produk dengan rendemen yang tinggi, yaitu

dengan memvariasi perbandingan mol reaktan. Langkah yang dilakukan adalah dengan menambah bagian aseton yang digunakan, selain bertindak sebagai reaktan, aseton juga dapat bertindak sebagai pelarut. Data sintesis 4-(4-hidroksi fenil)-3-buten-2-on dengan variasi mol reaktan ditunjukkan pada table 2

Pada sintesis 4 dengan perbandingan *p*-hidroksibenzaldehida dan aseton = 1 : 10 menghasilkan produk dengan rendemen relatif rendah, hal ini kemungkinan disebabkan oleh larutnya kristal 4-(4-hidroksi fenil)-3-buten-2-on dalam aseton. Dari tabel 2 diketahui bahwa sintesis dengan rendemen tertinggi adalah dengan perbandingan 4-hidroksi benzaldehida : aseton = 1 : 8.

Kemudian untuk melihat apakah ada pengaruh suhu reaksi terhadap rendemen yang diperoleh, dilakukan optimasi reaksi sintesis 4-(4-hidroksi fenil)-3-buten-2-on dengan menggunakan variasi suhu reaksi. Berikut data hasil sintesis dengan perbandingan mol 4-hidroksibenzaldehida dan aseton = 1 : 8 menggunakan variasi suhu reaksi.

Dari data tabel 3 tersebut, terlihat bahwa proses reaksi akan optimal pada pemanasan 55-60 °C, selama 3 jam dengan rendemen 83,95% dan kemurnian 99,96%.

Tabel 3 Hasil sintesis 4-(4-hidroksi fenil)-3-buten-2-on dengan variasi suhu reaksi

No	Suhu reaksi (°C)	Waktu reaksi (jam)	Warna produk dan titik leleh	Rendemen (%)	Kemurnian (%)
1	26-28	4	Kuning, 102 °C	75,31	100,00
2	33-35	4	Kuning, 101,8 °C	75,31	99,95
3	43-45	4	Kuning, 102,5 °C	75,31	99,90
4	52-56	4	Kuning kecoklatan, 102 °C	77,16	100,00
5	55-60	3	Kuning kecoklatan, 101,5 °C	83,95	99,96

SIMPULAN

Disimpulkan bahwa reaksi sintesis 4-(4-hidroksi fenil)-3-buten-2-on tidak dapat dilakukan dengan metode Drake dan Allen, namun dapat dilakukan dengan metode Furniss yang optimum pada perbandingan mol 4-hidroksibenzaldehida:aseton = 1:8 pada suhu 55-60°C selama 3 jam dengan rendemen 83,95% dan kemurnian 99,96%.

DAFTAR PUSTAKA

- Coetzee, J.F., dan Chang, T.H., 1986, *J. Pure & Appl. Chem*, 11, 58, 1535-1540
- Daintith, J., 1990, *Kamus Lengkap Kimia*, Edisi Baru, Penerbit Erlangga, Jakarta
- Darminto, H.E., 1999, *Reaksi Kondensasi Aldol pada Benzaldehida, Vanilin dan Veratraldehida dengan Aseton*, Skripsi, FMIPA UGM, Jogjakarta
- Drake, N.L., dan Allen, P.Jr., 1923, *Organic Syntheses Coll*, 3, 17, <http://www.orgsyn.org/orgsyn/pdfs/CV1P0077.pdf> diakses 26 September 2007
- Fessenden, R.J., dan Fessenden J.S., 1999, *Kimia Organik*, Edisi Ketiga, Jilid 2, (diterjemahkan oleh: A. H. Pudjaatmaka), Penerbit Erlangga, Jakarta
- Furniss, B.S., Hannaford, A.J., Smith, P.W.G., dan Tatchel, A.R., 1989, *Vogel's Textbook of Practical Organic Chemistry*, edisi 5, 1033, John Wiley & Sons, New York
- Göksu, S., Çelik, H., dan Seçen, H., 2003, *Turk J.Chem*, 27, 31-34
- Jacobson, M., Keiser, I., Harris, E.J., dan Miyashita, D.H., 1976, *J. Agric. Food Chem.* Vol. 24, No. 4, 782-788
- Khasana, F.N., 2003, *Sintesis Sinamalaseton dan Disinamalaseton Melalui Reaksi Kondensasi Aldol Aseton dan Sinamaldehida Dalam Minyak Kayu Manis*, Skripsi, FMIPA UGM, Jogjakarta
- Maliverney, C., Mulhauser, M., dan Recherches, R.P., 2000, *Abstract Hydroxybenzaldehydes*, *Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology*

Wiley InterScience, <http://www.mrw.interscience.wiley.com/emrw/9780471238966.html>, diakses tanggal 27 Juni 2007

- Sedyasthi, T.Q., 2002, *Pengaruh Gugus Metoksi Pada Reaksi Kondensasi Aldol Veratraldehida dan Anisaldehida Menggunakan Aseton*, Skripsi, FMIPA UGM, Jogjakarta
- Susilowati, E., 2003, *Pengaruh Gugus Metoksi Pada Reaksi Kondensasi Aldol Antara Aseton dengan Anisaldehida dan Benzaldehida*, Skripsi Program Sarjana UGM, Jogjakarta
- Sykes, P., 1989, *Penuntun Mekanisme Reaksi Kimia Organik*, Edisi 6, PT. Gramedia, Jakarta
- Wahyuningsih, T, D., 1996, *Oksidasi Anetol dan Kajian Pengaruh Gugus Metoksi Turunan Benzaldehida Terhadap Reaksi Kondensasi Benzoin dan Aldol Silang*, Tesis Program Pasca Sarjana UGM, Jogjakarta
- Windholz, M., 1983, *The Merck Index*, Tenth Edition, Merck dan Co., Inc., New Jersey

TANYA JAWAB

Penanya : Ratnaningsih

Pertanyaan :

Mengapa kondensasi hanya berlangsung satu kali, padahal aseton punya 2 posisi H α ?

Jawaban :

Aseton (CH₃COCH₃) memiliki dua C α sehingga memungkinkan terjadi kondensasi pada keduanya. Bila perbandingan aseton dan benzaldehida atau aldehida 1 : 1, maka kemungkinan besar akan terjadi dua kali kondensasi sehingga membentuk suatu benzalaseton. Namun hal tersebut bisa diatasi dengan perbandingan mol aldehida/benzaldehida dan aseton. Bila aseton excess/berlebihan dimungkinkan hanya terjadi satu kali kondensasi.