REPUBLIK INDONESIA
KEMENTERIAN HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA

SERTIFIKAT PATEN

Menteri Hukum dan Hak Asasi Manusia atas nama Negara Republik Indonesia berdasarkan Undang-Undang Nomor 13 Tahun 2016 tentang Paten, memberikan hak atas Paten kepada:

Nama dan Alamat Pemegang Paten	: LPPM UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA Karangmalang, Yogyakarta INDONESIA
Untuk Invensi dengan Judul	: PERBAIKAN EFISIENSI SINTESIS MELALUI REAKSI KONDENSASI ALDOL SILANG MENGGUNAKAN NaOH/ZrO_2-MONTMORILONIT SEBAGAI KATALIS KOOPERATIF
Inventor	: Sri Handayani, M.Si Prof. Dr. Sabirin Matsjeh Dr. Chairil Anwar Prof. Dr. Sri Atun Dr. Is Fatimah
Tanggal Penerimaan	: 26 November 2012
Nomor Paten	: IDP000054583
Tanggal Pemberian	: 13 November 2018

Perlindungan Paten untuk invensi tersebut diberikan untuk selama 20 tahun terhitung sejak Tanggal Penerimaan (Pasal 22 Undang-Undang Nomor 13 Tahun 2016 tentang Paten).

Sertifikat Paten ini dilampiri dengan deskripsi, klaim, abstrak dan gambar (jika ada) dari invensi yang tidak terpisahkan dari sertifikat ini.

a.n. MENTERI HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA
DIREKTUR JENDERAL KEKAYAAN INTELEKTUAL

Dr. Freddy Harris, S.H., LL.M., ACCS.
NIP. 196611181994031001

(12) PATEN INDONESIA

(19) DIREKTORAT JENDERAL
KEKAYAAN INTELEKTUAL

(11) IDP000054583 B

(45) 13 November 2018

(51) Klasifikasi IPC[8] : B 01J 27/00, B 01J 31/00, C 08F 4/00

(21) No. Permohonan Paten : P00201201028

(22) Tanggal Penerimaan: 26 November 2012

(30) Data Prioritas :
(31) Nomor (32) Tanggal (33) Negara

(43) Tanggal Pengumuman: 30 Mei 2013

(56) Dokumen Pembanding:
EP 2 236 487 A2

(71) Nama dan Alamat yang Mengajukan Permohonan Paten :
LPPM UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
Karangmalang,
Yogyakarta
INDONESIA

(72) Nama Inventor :
Sri Handayani, M.Si, ID
Prof. Dr. Sabirin Matsjeh, ID
Dr. Chairil Anwar, ID
Prof. Dr. Sri Atun, ID
Dr. Is Fatimah, ID

(74) Nama dan Alamat Konsultan Paten :

Pemeriksa Paten : Ir. Ahmad Fauzi

Jumlah Klaim : 3

(54) Judul Invensi : PERBAIKAN EFISIENSI SINTESIS MELALUI REAKSI KONDENSASI ALDOL SILANG MENGGUNAKAN NaOH/ZrO_2-MONTMORILONIT SEBAGAI KATALIS KOOPERATIF

(57) Abstrak :
Invensi berkaitan dengan perbaikan efisiensi sintesis turunan benzalaseton melalui reaksi kondensasi aldol silang menggunakan katalis kooperatif baru NaOH/ZrO_2-montmorilonit. Proses sintesis untuk peningkatan efisiensi tersebut menggunakan 0,1 g ZrO_2-montmorilonit setiap 10 ml larutan. Proses sintesis analog benzalaseton tersebut dilakukan dengan cara kondensasi aldol silang antara aseton dan turunan benzaldehida pada suhu 10^0C. Pemurnian dilakukan dengan cara rekristalisasi dengan pelarut etanol-akuades. Penggunaan katalis kooperatif NaOH/ZrO_2-montmorilonit terbukti dapat menaikkan efisiensi reaksi kondensasi aldol silang.

(12) **PATEN INDONESIA**

(19) **DIREKTORAT JENDERAL KEKAYAAN INTELEKTUAL**

(11) **IDP000054583 B**

(45) **13 November 2018**

(51) Klasifikasi IPC[8] : B 01J 27/00, B 01J 31/00, C 08F 4/00

(21) No. Permohonan Paten : P00201201028

(22) Tanggal Penerimaan: 26 November 2012

(30) Data Prioritas :
(31) Nomor (32) Tanggal (33) Negara

(43) Tanggal Pengumuman: 30 Mei 2013

(56) Dokumen Pembanding:
EP 2 236 487 A2

(71) Nama dan Alamat yang Mengajukan Permohonan Paten :
LPPM UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
Karangmalang,
Yogyakarta
INDONESIA

(72) Nama Inventor :
Sri Handayani, M.Si, ID
Prof. Dr. Sabirin Matsjeh, ID
Dr. Chairil Anwar, ID
Prof. Dr. Sri Atun, ID
Dr. Is Fatimah, ID

(74) Nama dan Alamat Konsultan Paten :

Pemeriksa Paten : Ir. Ahmad Fauzi

Jumlah Klaim : 3

(54) Judul Invensi : PERBAIKAN EFISIENSI SINTESIS MELALUI REAKSI KONDENSASI ALDOL SILANG MENGGUNAKAN NaOH/ZrO_2-MONTMORILONIT SEBAGAI KATALIS KOOPERATIF

(57) Abstrak :
Invensi berkaitan dengan perbaikan efisiensi sintesis turunan benzalaseton melalui reaksi kondensasi aldol silang menggunakan katalis kooperatif baru NaOH/ZrO_2-montmorilonit. Proses sintesis untuk peningkatan efisiensi tersebut menggunakan 0,1 g ZrO_2-montmorilonit setiap 10 ml larutan. Proses sintesis analog benzalaseton tersebut dilakukan dengan cara kondensasi aldol silang antara aseton dan turunan benzaldehida pada suhu 10^0C. Pemurnian dilakukan dengan cara rekristalisasi dengan pelarut etanol-akuades. Penggunaan katalis kooperatif NaOH/ZrO_2-montmorilonit terbukti dapat menaikkan efisiensi reaksi kondensasi aldol silang.

Deskripsi

PERBAIKAN EFISIENSI SINTESIS MELALUI REAKSI KONDENSASI ALDOL SILANG MENGGUNAKAN NaOH/ZrO_2-MONTMORILONIT SEBAGAI KATALIS KOOPERATIF

Bidang Teknik Invensi

Invensi ini berhubungan dengan perbaikan efisiensi sintesis melalui reaksi kondensasi aldol silang menggunakan NaOH/ZrO_2-montmorilonit sebagai katalis kooperatif baru, mekanisme katalisis serta proses aplikasinya pada reaksi kondensasi aldol silang pada sintesis turunan benzalaseton. Katalis baru ini adalah katalis heterogen yang memiliki kelebihan, yaitu dapat digunakan kembali serta mengurangi limbah reaksi. NaOH/ZrO_2-montmorilonit sebagai katalis kooperatif baru dapat meningkatkan efisiensi reaksi pada proses sintesis senyawa analog benzalaseton melalui reaksi kondensasi aldol silang antara aseton dengan turunan benzaldehida.

Latar belakang invensi

Sintesis analog benzalaseton dengan menggunakan reaksi kondensasi aldol silang telah banyak dilaporkan oleh para peneliti dengan menggunakan katalis homogen baik asam maupun basa. Katalis basa yang umum digunakan pada sintesis dibenzalaseton dan turunannya adalah natrium hidroksida dan Potasium hidroksida. Umumnya rendemen yang dihasilkan dalam sintesis benzalaseton lebih rendah dari dibenzalaseton. Rendahnya rendemen reaksi benzalaseton tersebut terjadi karena dalam setiap reaksi kondensasi aldol silang selalu terjadi hasil samping yang tidak diinginkan. Hasil samping terutama terjadi pada benzalaseton, karena benzalaseton masih memiliki Hα

sehingga masih dapat bereaksi lebih lanjut menjadi dibenzalaseton. Selain itu ada kemungkinan terjadinya *self adol condensation* antar aseton sebagai hasil sampingnya.

Kondensasi aldol berbasis katalis heterogen pernah dilaporkan oleh beberapa peneliti dengan menggunakan material yang berbeda-beda. Katalis heterogen biasanya dipilih karena memiliki kelebihan seperti selektivitas yang tinggi, stabilitas termal, serta dapat dipisahkan dengan mudah untuk selanjutnya dapat digunakan kembali. Katalis heterogen yang paling popular digunakan dalam reaksi kondensasi aldol silang adalah hidrotalsit. Aplikasi hidrotalsit disukai karena memiliki kelebihan memiliki luas permukaan tinggi, mudah dipreparasi dan murah, mudah dipisahkan dari produk hasil reaksi dan meminimalkan limbah hasil reaksi serta memungkinkan untuk diregenerasi. Penggunaan hidrotalsit pada reaksi kondensasi antara aseton dan sitral memberikan hasil yang efektif Hidrotalsit merupakan katalis heterogen yang bersifat basa. Kelemahan penggunaan katalis hidrotalsit pada reaksi kondensasi aldol silang adalah jika reaktan memiliki substituen hidroksi, maka katalis basa kurang efisien. Hal ini karena atom hidrogen gugus hidroksi pada reaktan akan lebih mudah tertarik ke sisi basa sehingga membentuk ion fenolat. Oleh karena itu, untuk sintesis senyawa yang memiliki gugus hidroksi sebaiknya tidak menggunakan katalis basa. Untuk kasus tersebut, sebaiknya reaksi dilakukan menggunakan katalis asam.

Penelusuran terhadap paten-paten internasional dari Eropa menunjukkan bahwa telah diklaim hal-hal yang berhubungan dengan reaksi kondensasi aldol silang antara 2 buah aldehida menggunakan katalis heterogen bifungsional melalui reduksi Meerwein-Pondorf-Verley senyawa levosandal dengan adanya alcohol sekunder sebagai pereduksi (European patent application

EP 2 236487A2). Paten tersebut telah dipublikasikan pada tanggal 6 Oktober 2010.

Katalis ZrO_2-montmorilonit adalah katalis heterogen yang memiliki sisi asam. Struktur berpori ZrO2-montmorilonit memungkinkan untuk membuat reaktan teradsorbsi dan terdelokalisasi untuk reaksi permukaan lebih lanjut dengan membentuk produk. Hal ini disebabkan mekanisme reaksi permukaan yang akan diikuti oleh peningkatan laju reaksi. Peningkatan laju reaksi ini yang menyebabkan rendemen hasil reaksi yang terukur akan lebih tinggi pula. Jika katalis ini digunakan bersama dengan NaOH, suatu katalis basa homogen, maka katalis ini akan lebih efektif digunakan untuk reaktan yang memiliki gugus hidroksi maupun metoksi pada reaksi kondensasi aldol silang. Kedua macam katalis akan berkoordinasi menyumbangkan sisi asam dan basa sehingga efektif untuk meningkatkan hasil reaksi.

Sejauh ini belum pernah ditemukan laporan maupun paten mengenai penggunaan NaOH/ZrO_2-montmorilonit sebagai katalis kooperatif untuk menaikkan efisiensi reaksi kondensasi aldol silang.

Ringkasan Invensi

Telah dilakukan perbaikan efisiensi sintesis melalui reaksi kondensasi aldol silang menggunakan katalis kooperatif baru yaitu NaOH/ZrO_2-montmorilonit untuk sintesis analog benzalaseton. Reaktan yang digunakan adalah aseton dan tiga macam benzaldehida yang memiliki substituen hidroksi dan/atau metoksi, yaitu 4-hidroksi-3-metoksibenzaldehida, 4-metoksibenzaldehida dan 2-hidroksibenzaldehida. Sintesis analog benzalaseton dilakukan dengan cara membandingkan 2 buah reaksi kondensasi aldol silang menggunakan dua macam katalis yaitu

NaOH/ZrO_2-montmorilonit sebagai katalis kooperatif dan NaOH sebagai katalis homogen. Katalis ZrO_2-montmorilonit yang digunakan pada reaksi kondensasi aldol silang memiliki data luas permukaan spesifik 45,9 m^2/g dengan keasaman padatan 0,59 mmol piridin/g dengan rasio asam bronsted-lewis 1,14. Reaksi ini dilakukan pada suhu 10^0C selama 4 jam menggunakan campuran etanol-akuades sebagai pelarut. Selanjutnya endapan yang diperoleh disaring dan dilakukan pemisahan untuk memisahkan katalis heterogen dan hasil sintesisnya. Pemurnian dilakukan dengan cara rekristalisasi dari pelarut etanol-akuades. Identifikasi dan elusidasi struktur dilakukan berdasarkan cara yang lazim, dimulai dengan uji kemurnian dengan analisis Kromatografi Lapis Tipis (KLT) menggunakan beberapa eluen dengan kepolaran berbeda, serta analisis spektrum IR, ^{1}H NMR, ^{13}C NMR, HMQC dan HMBC. Efisiensi reaksi dihitung dengan cara menentukan rendemen dengan rumus sebagai berikut :

$$rendemen = \frac{berat\ hasil\ x\ kadar\ (TLC\ Scanner)}{berat\ teori} x\ 100\%$$

Uraian Lengkap Invensi

Dalam invensi ini akan disampaikan perbaikan efisiensi sintesis melalui kondensasi aldol silang menggunakan NaOH/ZrO_2-montmorilonit sebagai katalis kooperatif. Reaksi kondensasi aldol silang menggunakan katalis kooperatif NaOH/ZrO_2-montmorilonit dilakukan pada sintesis tiga senyawa yaitu (E)-4-(4-hidroksi-3-metoksifenil)-3-buten-2-on, (E)-4-(2-hidroksifenil)-3-buten-2-on(2-hidroksibenzalaseton), dan (E)-4-(4-metoksisifenil)-3-buten-2-on. Sebagai pembanding,

dilakukan juga sintesis tiga senyawa yang sama menggunakan katalis NaOH saja.

a. Proses sintesis (E)-4-(4-hidroksi-3-metoksifenil)-3-buten-2-on melalui reaksi kondensasi aldol silang menggunakan katalis kooperatif NaOH/ZrO_2-montmorilonit

Dua buah erlenmeyer disiapkan dan diberi nomor 1 dan 2. Katalis ZrO_2-montmorilonit sebanyak 0,1 g dimasukkan ke dalam erlenmeyer nomor 1. Natrium hidroksida sebanyak 0,6 g (0,015 mol) yang telah dilarutkan ke dalam 10 mL akuades ditambahkan ke dalam erlenmeyer tersebut. Aseton sebanyak 0,58 g (0,01 mol) aseton sedikit demi sedikit ditambahkan ke dalam larutan tersebut sambil diaduk pada suhu 10^0C (bak es). Kemudian 4-hidroksi-3-metoksibenzaldehida sebanyak 1,56 g (0,01 mol) ditambahkan sambil terus diaduk. Pengadukan dilanjutkan dalam penangas es selama 180 menit. Setelah 180 menit, diamkan hasil reaksi dalam lemari pendingin selama 14 hari. Endapan kuning yang terbentuk disaring dan dikeringkan. Analisis kadar dilakukan menggunakan Kromatografi Lapis Tipis (KLT) dan KLT *scanner*. Hasil sintesis menggunakan katalis kooperatif NaOH/ ZrO_2-montmorilonit pada erlenmeyer nomor 1 berupa endapan berwarna kuning seberat 0,81 g, dengan rendemen 66,78%. Proses yang sama diulang pada erlenmeyer nomor 2 tetapi tanpa ZrO_2-montmorilonit. Hasil sintesis berupa endapan kuning muda seberat 0,68 g, dengan rendemen 54,77%.

Hasil reaksi dimurnikan dengan cara rekristalisasi dari pelarut akuades. Identifikasi diawali dengan menggunakan KLT dan dilanjutkan elusidasi struktur menggunakan spektrometer FTIR serta H-NMR, C-NMR, HMQC dan HMBC. FTIR (KBr) ύ (cm^{-1}) : 3062,96 (CH aromatis), 3309,85 (OH), 1666,50 (CC alkena), 1620,21 (C=O), 1157,29 (CO). ^{1}H NMR (500 MHz, $CDCl_3$, TMS) δ (ppm)

: 2,4 (3H, s, H1), 6,57 (1H, d, J = 16,5 Hz, H3), 7,45 (1H, d, J = 16,5 Hz, H4), 7,05 (1H, d, J = 8,55 Hz, H2a), 7,08 (1H, d, J = 8,55 Hz, H6a) 6,93 (1H, d, J = 8,55 Hz, H5a), 3,9 (3H, s, H3a-OCH_3). ^{13}C NMR (500 MHz, $CDCl_3$) δ (ppm) : 27,5, 56, 109, 115, 123, 125, 127, 143, 147, 148, 198.

b. Proses sintesis (E)-4-(2-hidroksifenil)-3-buten-2-on melalui reaksi kondensasi aldol silang menggunakan katalis kooperatif NaOH/ZrO_2-montmorilonit

Dua buah erlenmeyer disiapkan dan ditandai dengan nomor 1 dan 2. Pada erlenmeyer tersebut diisi dengan 0,02 mol NaOH (0,8 g). Selanjutnya masukkan 10 mL campuran pelarut etanol-akuades (1:1) pada erlenmeyer tersebut. Aduk sampai NaOH larut sempurna, kemudian tambahkan 0,1 g ZrO_2-montmorilonit pada erlenmeyer nomor 1. Tambahkan 0,01 mol (0,58 g) aseton dan 0,005 mol (0,6 g) 2-hidroksibenzaldehida secara berturutan sambil diaduk. Pengadukan dilanjutkan selama 4 jam pada suhu 10^0 C.

Setelah pengadukan selama 4 jam, pada erlenmeyer nomor 1 dan 2 terbentuk larutan berwarna coklat tua kemerahan. Selanjutnya kedua larutan tersebut disimpan di dalam lemari es selama 18 jam. Setelah didiamkan sebentar pada suhu kamar, tambahkan 1 mL HCl pekat pada kedua larutan tersebut. Endapan hitam kehijauan yang muncul karena penambahan HCl selanjutnya disaring, dikeringkan dan ditentukan beratnya. Analisis kadar pada senyawa hasil sintesis dilakukan menggunakan KLT dan KLT *scanner* (kloroform-metanol 5:0,5). Hasil sintesis menggunakan katalis kooperatif NaOH/ZrO_2-montmorilonit adalah kristal berwarna hijau kehitaman (0,99 g, 95,06%), sedangkan tanpa katalis kooperatif sebesar 0,047 g, 0,72%.

Hasil sintesis kemudian dimurnikan dengan cara rekristalisasi menggunakan pelarut etanol-akuades. Kemurnian

diuji menggunakan KLT. Elusidasi struktur senyawa 2-hidroksibenzalaseton menggunakan FTIR (KBr) ύ (cm^{-1}): 3147 (OH), 1597 (C=O), 1458 (CC aromatis), 3078 (CH aromatis). ^{1}H NMR (500 MHz, $CDCl_3$, TMS) δ (ppm) : 2,4 (3H, s, H1/CH_3), 6,92 (1H, d, *J* = 8,5 Hz, H3a), 6,93 (1H, d, *J* = 8,5 Hz, H6a), 7,03 (1H, d, *J* = 16 Hz, H3) 7,25 (1H, dd, *J* = 1,3 dan 8 Hz, H4a), 7,46 (1H, dd, *J* = 1,3 dan 8 Hz, H5a), 7,86 (1H, d, *J* = 16 Hz, H4). ^{13}C NMR (500 MHz, $CDCl_3$, TMS) δ (ppm) : 27, 116, 120, 121, 127, 129, 132, 141, 156, 201.

c. Proses sintesis (E)-4-(4-metoksifenil)-3-buten-2-on melalui reaksi kondensasi aldol silang menggunakan katalis kooperatif NaOH/ZrO_2-montmorilonit

Dua buah Erlenmeyer disiapkan dan ditandai dengan nomor 1 dan 2. Pada erlenmeyer tersebut diisi dengan 0,02 mol NaOH (0,8 g). Selanjutnya masukkan 10 mL campuran pelarut etanol-akuades (1:1) pada erlenmeyer nomor 1 dan 2. Aduk sampai NaOH larut sempurna, kemudian tambahkan 0,1 g ZrO_2-montmorilonit pada erlenmeyer nomor 1. Tambahkan 0,01 mol (0,58 g) aseton dan 0,005 mol (0,68 g) 4-metoksibenzaldehida secara berturutan sambil diaduk. Pengadukan dilanjutkan selama 4 jam pada suhu 10^0 C. Endapan kuning muda yang terbentuk disaring, dicuci dan dikeringkan. Analisis kadar dilakukan menggunakan KLT dan KLT *scanner* (kloroform-heksana 2:1). Hasil sintesis menggunakan katalis kooperatif NaOH/ZrO_2-montmorilonit sebesar 1 g, dengan rendemen 97,72% dan hasil sintesis tanpa ZrO_2-montmorilonit 0,85 g dengan rendemen 82,85% (NaOH).

Pilih salah satu senyawa hasil sintesis yang memiliki rendemen paling tinggi kemudian dimurnikan dengan cara rekristalisasi menggunakan pelarut etanol-akuades. Kemurnian

diuji menggunakan KLT dengan eluen kloroform-heksana 2:1. Elusidasi struktur senyawa dilakukan menggunakan FTIR, ^{1}H-NMR, ^{13}C-NMR, HMQC dan HMBC. FTIR (KBr) ú (cm^{-1}) : 3448,72 (OH), 3016,67 (CH aromatis), 1597,06 (C=O), 1512,19 dan 1450,47 (CC aromatis), 1180,44 (CO). ^{1}H NMR (500 MHz, $CDCl_3$, TMS) δ (ppm) : 2,3 (3H, s, H1/CH_3), 6,96 (1H, d, *J* = 16 Hz, H3), 7,7 (1H, d, *J* = 16 Hz, H4), 7,56 (2H, d, *J* = 6,5 Hz, H2a dan H6a), 6,93 (2H, d, *J* = 6,5 Hz, H3a dan H5a), 3,8 (3H, s, H4a-OCH_3). ^{13}C NMR (500 MHz, $CDCl_3$) δ (ppm) : 29, 56, 114,5, 123, 130, 142,8, 161, 189.

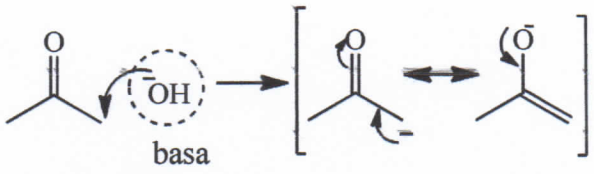
Hasil sintesis menggunakan katalis kooperatif NaOH/ZrO_2-montmorilonit melalui reaksi konensasi aldol silang untuk tiga senyawa tersebut dismpaikan pada Tabel 1.

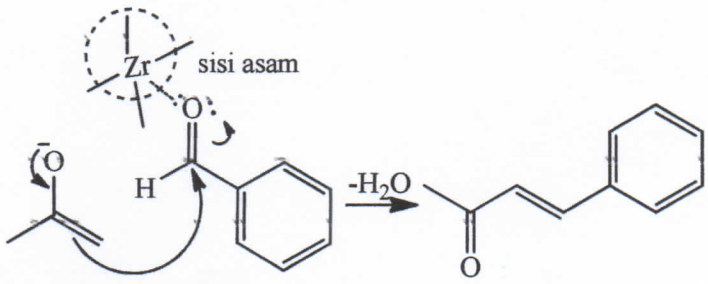
Tabel 1. Data hasil sintesis

No	Senyawa target	Rendemen (%) dengan katalis	
		NaOH	NaOH/ZrO_2-montmorilonit
1.	(E)-4-(4-hidroksi-3-metoksifenil)-3-buten-2-on	54,77	66,78
2.	(E)-4-(2-hidroksifenil)-3-buten-2-on	0,72	95,06
3.	(E)-4-(4-metoksifenil)-3-buten-2-on	82,85	97,72

Klaim

1. Penggunaan $NaOH/ZrO_2$-montmorilonit sebagai katalis kooperatif baru dapat meningkatkan efisiensi sintesis turunan benzalaseton melalui reaksi kondensasi aldol silang.
2. Penggunaan $NaOH/ZrO_2$-montmorilonit sesuai dengan klaim 1 dimana efisiensi sintesis turunan benzalaseton tersebut melalui mekanisme katalisis sebagai berikut





3. Proses sintesis turunan benzalaseton melalui reaksi kondensasi aldol silang menggunakan katalis kooperatif $NaOH/ZrO_2$-montmorilonit dengan tahapan berikut :
   a. melarutkan natrium hidroksida sebanyak 0,02 mol dalam 10 mL pelarut (etanol-akuades 1:1);
   b. menambahkan 0,1 g katalis ZrO_2-montmorilonit ke dalam larutan pada poin (a);
   c. menambahkan 0,01 mol aseton dan 0,005 mol turunan benzaldehida ke dalam larutan pada poin (b);
   d. mengaduk campuran yang diperoleh pada poin (c) menggunakan pengaduk magnet selama 4 jam di dalam penangas es;

e. memisahkan endapan yang timbul pada poin (d) menggunakan penyaring buhner.

Abstrak

PERBAIKAN EFISIENSI SINTESIS MELALUI REAKSI KONDENSASI ALDOL SILANG MENGGUNAKAN NaOH/ZrO_2-MONTMORILONIT SEBAGAI KATALIS KOOPERATIF

Invensi berkaitan dengan perbaikan efisiensi sintesis turunan benzalaseton melalui reaksi kondensasi aldol silang menggunakan katalis kooperatif baru NaOH/ZrO_2-montmorilonit. Proses sintesis untuk peningkatan efisiensi tersebut menggunakan 0,1 g ZrO_2-montmorilonit setiap 10 ml larutan. Proses sintesis analog benzalaseton tersebut dilakukan dengan cara kondensasi aldol silang antara aseton dan turunan benzaldehida pada suhu 10^{0}C. Pemurnian dilakukan dengan cara rekristalisasi dengan pelarut etanol-akuades. Penggunaan katalis kooperatif NaOH/ZrO_2-montmorilonit terbukti dapat menaikkan efisiensi reaksi kondensasi aldol silang.