

**REKAYASA PROSES PRODUKSI, KARAKTERISASI DAN APLIKASI  
ALKIL POLIGLIKOSIDA (APG) BERBASIS ALKOHOL LEMAK C<sub>12</sub>  
(DODECANOL) DAN PATI SAGU SEBAGAI SURFAKTAN DALAM  
FORMULASI HERBISIDA**

(Production Process, Characterization and Application of Alkyl Polyglycoside  
(APG) From Fatty Alcohol C<sub>12</sub> (Dodecanol) and Sago Strach as a Surfactant in  
Herbicide Formulation)

**Ani Suryani<sup>1)</sup>, Dadang<sup>2)</sup>, Setyadjit<sup>3)</sup>, Agus Sudiman Tjokwardojo<sup>4)</sup>  
Mochamad Noerdin N.K.<sup>1)</sup>**

<sup>1)</sup> Dep. Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian IPB

<sup>2)</sup> Dep. Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian IPB

<sup>3)</sup> Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pasca Panen Pertanian  
Departemen Pertanian

<sup>4)</sup> Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Tanaman Obat dan Aromatik  
Departemen Pertanian

**ABSTRAK**

Alkil poliglikosida (APG) merupakan surfaktan nonionik yang biasa digunakan pada formulasi beberapa produk seperti formulasi herbisida, produk-produk perawatan badan, produk kosmetik maupun untuk pemucatan kain tekstil. Alkil poliglikosida (APG) merupakan surfaktan generasi baru yang ramah lingkungan karena bersifat mudah terurai. Bahan baku APG adalah alkohol lemak dari oleokimia minyak kelapa atau minyak inti sawit dan karbohidrat seperti pati. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh surfaktan non ionik APG yang berbasis pati sagu dan alkohol lemak C<sub>12</sub> (dodekanol). Penelitian ini memodifikasi proses produksi APG metode dua tahap dengan mencari kondisi optimum suhu proses butanolisis dan rasio mol pati sagu-dodekanol dan mengetahui pengaruhnya terhadap nilai kestabilan emulsi air:xilena, karakterisasi APG dan hasil formulasi herbisidanya serta uji efektifitasnya. Hasil analisis permukaan respon, menunjukkan nilai kestabilan emulsi air:xilena dengan penambahan APG (%) yaitu 72,58% pada suhu proses butanolisis 147,8°C dan pada rasio mol tepung sagu-dodekanol 1:3,27 (b/b). Validasi optimasi menunjukkan nilai kestabilan emulsi air:xilena dengan penambahan APG yaitu 72,3%. Model persamaan optimum  $Y = 64,29 + 35,53X_1 - 29,82X_1^2 - 9,63X_2 - 23,09X_2^2 - 20,56X_1X_2$  adalah valid sesuai hasil pengujian. APG pada konsentrasi 1% (b/v) dapat menurunkan tegangan permukaan 23,375 dyne/cm dan nilai tegangan antarmuka antara air dan xilena pada konsentrasi 0,4% (b/v) APG adalah 8,17 dyne/cm. Nilai HLB 8,8 sehingga APG yang dihasilkan termasuk surfaktan yang sesuai untuk jenis emulsi minyak dalam air (O/W) dan sebagai bahan pembasah. Sedangkan pH APG kondisi proses optimum sebesar 7,15. Pengamatan aplikasi formulasi herbisida (glifosat dan surfaktan APG) hasil penyimpanan 5 minggu dengan suhu 15°C, suhu ruang (26-29°C) dan 40°C menunjukkan efektivitas yang tinggi. Suhu penyimpanan tidak berpengaruh nyata terhadap efektivitas herbisida.

Kata kunci : Surfaktan, Alkil Poliglikosida (APG), alkohol lemak C<sub>12</sub>, pati sagu, herbisida.

**ABSTRACT**

Alkyl polyglycoside (APG) is a non ionic surfactant which is commonly used in some products like herbicides, personal care products, cosmetics and textile bleachings. APG is

new generation of surfactant that is environmental friendly. Raw materials of APG are fatty alcohol from palm oil or palm kernel oil and carbohydrates like the starch, that make APG as biodegradable surfactant. The aim of research was to obtain non ionic surfactant alkyl polyglycosides (APG) based on sago starch and fatty alcohol C12 (dodecanol). This research is modification of production process of APG two steps method, in order to obtain optimum condition temperature of butanolysis and mol ratio of sago starch-dodecanol to emulsion stability (water : xylene), characterisation of APG, herbicide formulation and its herbicide formulation effectiveness. Result of response surface, showed that emulsion stability (water:xylene) added APG (%) was 72.58% at temperature of butanolysis 147.8°C and at ratio of sago starch-dodekanol 1:3.27 (w/w). Validation showed that emulsion stability (water : xylene) with addition of APG was 72.3%. Equation model of optimum condition was  $Y = 64.29 + 35.53X_1 - 29.82X_1^2 - 9.63X_2 - 23.09X_2^2 - 20.56X_1X_2$  which similar with experimental data. APG at 1 % (w/v) was able to decrease surface tension 23.375 dyne/cm and interfacial tension between water : xylene at APG concentration of 0.4% (w/v) was 8.17 dyne/cm. Value of HLB was 8.8 so that of this surfactant emulsion of oil in water (O/W) and wetting agent. APG pH in optimum process condition was 7.15. Application of herbicide formulation (glyphosate and APG surfactant) that was stored five weeks at temperature of 15°C, room temperature (26-29°C) and 40°C showed high effectiveness. The storage temperature was not significantly different on herbicide effectiveness.

Keywords: Surfactant, Alkyl Polyglycosides (APG), fatty alcohol C<sub>12</sub>, sago starch, herbicide.

## PENDAHULUAN

Salah satu surfaktan yang dapat diproduksi dari bahan nabati adalah Alkil poliglikosida (APG) dan surfaktan APG ini telah diklasifikasikan di Jerman sebagai surfaktan kelas I yang ramah lingkungan (Hill *et al.*, 1996).

Menurut Hall *et al.* (2000), surfaktan APG dapat diproduksi secara langsung (asetalisasi) dan secara tidak langsung melalui dua tahap yaitu butanolisis dan transasetalisasi dan selanjutnya melalui tahapan netralisasi, distilasi, pelarutan dan pemucatan.

Dalam formulasi herbisida, surfaktan dapat meningkatkan penetrasi bahan aktif herbisida kedalam tanaman (Van Valkenburg, 1990). Bahan aktif dalam formulasi herbisida yang ramah lingkungan seperti glifosat (*N-phosponomethyl glycine*) dengan surfaktan APG dapat digunakan untuk membasmi gulma dari golongan rumput (*grasses*).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memperoleh modifikasi rancangan proses produksi surfaktan APG berbasis alkohol lemak dari kelapa dan pati sago khususnya proses dua tahap (butanolisis dan transasetalisasi), mendapatkan informasi karakteristik APG yang dihasilkan pada kondisi optimum proses

produksinya, dan mendapatkan karakteristik (fisik-kimia, efektifitas, dan daya tahan simpan pada suhu yang berbeda) formulasi herbisida terbaik dengan menggunakan APG yang dihasilkan.

## **METODE PENELITIAN**

### **Bahan**

Bahan-bahan penelitian yang digunakan adalah alkohol lemak C<sub>12</sub> dari minyak kelapa yang diperoleh dari PT. Ecogreen Oleochemical, pati sagu, butanol, asam p-toluena sulfonat, NaOH 50%, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, dan aquades. Bahan yang digunakan untuk analisa contoh meliputi xilena, piridina, benzena, *span 20*, *twen 80*, dan asam oleat.

### **Metode**

Proses produksi surfaktan APG berbasis pati sagu dan alkohol lemak kelapa merupakan modifikasi proses produksi dua tahap Wuest, *et al.* (1992) dengan merubah sumber patinya dari kentang menjadi pati sagu dan netralisasi dengan MgO diganti dengan NaOH serta 2 buah reaktor dimodifikasi menjadi 1 buah reaktor. Dengan perlakuan variasi suhu butanolisis dan variasi rasio mol pati sagu dengan alkohol lemak diharapkan akan menghasilkan kondisi proses produksi APG yang optimum.

Formulasi herbisida yang diperoleh disimpan selama 5 minggu dengan suhu penyimpanan berkisar 15°C, suhu ruang (26-29°C), dan 40°C. Hal ini dilakukan karena kondisi di lapangan ternyata bahwa herbisida ini akan dikirim ke daerah dingin sampai daerah panas atau disimpan di ruangan beratap seng yang suhunya dapat mencapai 40°C. Untuk menguji efektifitasnya, formulasi herbisida diaplikasikan untuk gulma dari golongan rumput.

### **Rancangan Percobaan**

Rancangan percobaan optimasi sintesis APG menggunakan metode permukaan respon menggunakan rancangan komposit terpusat. Faktor yang dianalisis yaitu: suhu butanolisis (X<sub>1</sub>) dengan rentang antara 130–150°C dan rasio mol pati : alkohol lemak (X<sub>2</sub>) dengan rentang antara 1:2,5 – 1:6.

Rancangan percobaan pada aplikasi formulasi herbisida adalah faktor A adalah suhu penyimpanan terdiri dari 3 taraf A1:15°C, A2:26-29°C, dan A3:40°C. Faktor B adalah konsentrasi glifosat terdiri dari B1:16%, B2:24%, dan B3:48%). Faktor C adalah konsentrasi surfaktan APG terdiri dari C1:4%, C2:6%, C3:8%, dan C4:10%). Parameter yang diukur meliputi persentase penutupan gulma, bobot kering gulma, dan efektivitas formulasi herbisida.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Proses Produksi Alkil Poliglikosida (APG)**

Pada butanolisis, air akan menghidrolisis pati sagu memecah ikatan glikosida yang selanjutnya bereaksi dengan butanol pada suhu proses antara 130-150°C, tekanan sekitar 4 - 5 bar, dengan katalisator p asam toluene sulfonat selama 30 menit. Hasil akhir proses butanolisis menghasilkan larutan butil glikosida yang berwarna coklat muda.

Transasetilasi merupakan proses penggantian C<sub>4</sub> oleh C<sub>12</sub> dengan katalis asam p-toluene sulfonat sebanyak 50 % dari proses butanolisis dan kondisi selama reaksi pada suhu 110-120°C, tekanan vakum selama 2 jam. Pada proses transasetilasi, dengan penambahan DMSO pada campuran larutan hasil butanolisis dengan dodecanol menghasilkan larutan berwarna coklat tua yang terdiri dari dodecil poliglikosida dan dodecanol berlebih. pH larutan yang dihasilkan mempunyai pH antara 4 dan 5. Sedangkan air dan butanol terdestilasi dan ditampung dalam separator.

Proses netralisasi dilakukan pada suhu 70-100°C dan dilakukan pada tekanan normal. Lama proses netralisasi kurang lebih 30-60 menit sambil dilakukan pengecekan nilai pH antara 8-10. Setelah tahapan netralisasi dilanjutkan tahapan berikutnya yaitu tahapan destilasi

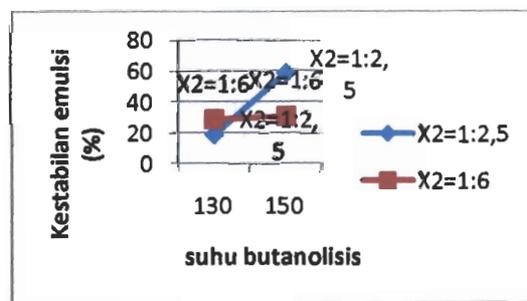
Destilasi bertujuan untuk menghilangkan alkohol lemak yang tidak bereaksi. Proses destilasi dapat dilakukan pada interval suhu sekitar 160°-180°C dengan tekanan sekitar 0,1-2 mmHg. Dalam proses ini diperlukan suhu tinggi dan tekanan rendah untuk dapat menguapkan alkohol lemak yang tidak bereaksi.

Hasil akhir proses destilasi akan diperoleh APG kasar berbentuk pasta yang berwarna coklat tua dan berbau kurang enak, sehingga dilakukan pemucatan

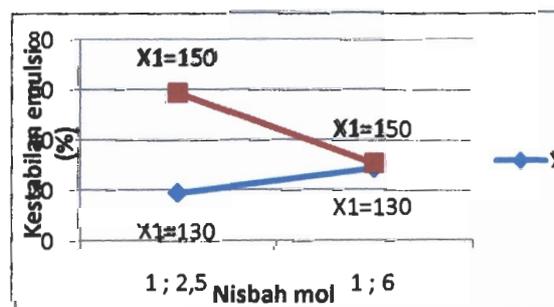
untuk memperoleh APG yang memiliki penampakan yang lebih baik dan bau yang tidak terlalu menyengat. Proses pemucatan dilakukan pada suhu 80-90°C selama 30-120 menit pada tekanan normal.

### Optimasi Proses Produksi APG

Hasil analisis permukaan respon, menunjukkan bahwa suhu butanolisis berpengaruh positif terhadap nilai kestabilan emulsi air : dengan penambahan surfaktan APG. Sedangkan faktor rasio mol pati sagu dengan alkohol lemak memberikan pengaruh negatif terhadap kestabilan emulsi air:xilena dengan penambahan surfaktan. Interaksi tersebut dapat dilihat pada Gambar 1 dan Gambar 2.



Gambar 1. Grafik pola interaksi faktor suhu butanolisis terhadap faktor rasio mol pati sagu-dodekanol

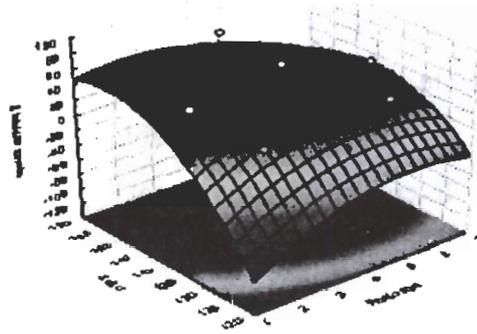


Gambar 2. Grafik pola interaksi faktor rasio mol pati sagu-dodecanol terhadap faktor suhu butanolisis

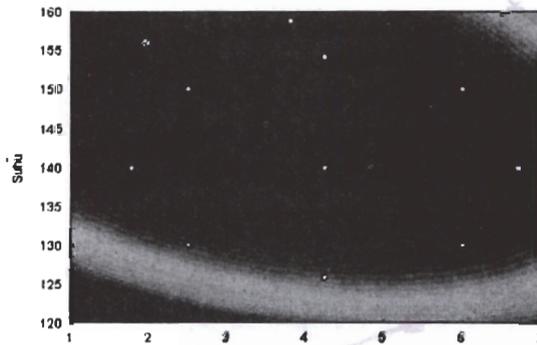
Hasil optimasi diperoleh hubungan antara respon uji kestabilan emulsi air : xilena dengan penambahan APG dengan 2 faktor yaitu suhu butanolisis ( $X_1$ ) dan rasio mol pati sagu : dodekanol ( $X_2$ ) dan diperoleh persamaan:

$$Y = 64,29 + 35,53X_1 - 29,82X_1^2 - 9,63X_2 - 23,09X_2^2 - 20,56X_1X_2$$

Permukaan respon dan kontur permukaan respon kestabilan emulsi air : xilena dengan penambahan APG dapat dilihat pada Gambar 3 dan Gambar 4. Kondisi proses yang optimum untuk sintesa APG adalah suhu butanolisis 147,8°C dan rasio mol pati sagu:alkohol lemak 1 : 3,27.



Gambar 3. Permukaan respon nilai kestabilan emulsi air:xilena dengan penambahan APG



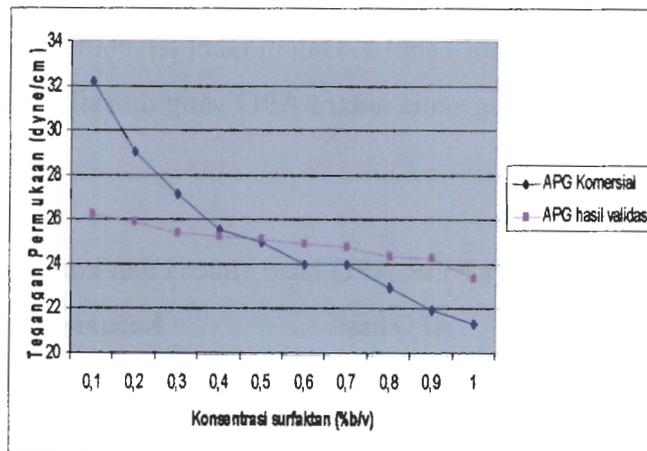
Gambar 4. Kontur permukaan respon nilai kestabilan emulsi air:xilena dengan penambahan APG

Validasi dilakukan pada kondisi percobaan yang optimum, yaitu pada suhu butanolisis 147,8°C dan rasio mol pati sagu:alkohol lemak 1 : 3,27. Hasil validasi menunjukkan nilai kestabilan emulsi air:xilena dengan penambahan APG sebesar 72,3 % hampir sama seperti pada kondisi optimum, yaitu sebesar 72,64%.

## Karakterisasi APG

### - Kemampuan untuk menurunkan tegangan permukaan

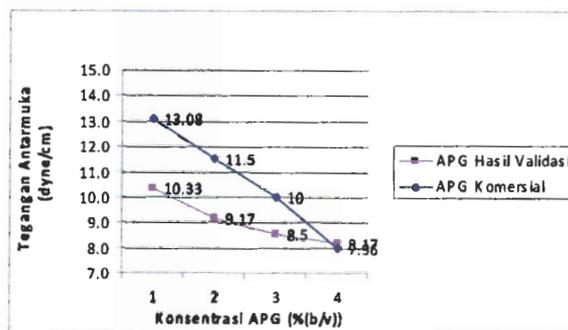
Surfaktan APG yang dihasilkan memiliki kemampuan untuk menurunkan tegangan permukaan air, namun penurunan tegangan permukaan dengan penambahan APG komersial lebih besar daripada APG yang dihasilkan, dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Tegangan permukaan air akibat pengaruh penambahan APG pada berbagai konsentrasi

### - Kemampuan untuk menurunkan tegangan antar muka

Tegangan antar muka larutan APG sebanding dengan nilai tegangan permukaan hanya nilai yang diperoleh lebih kecil (Moehtar, 1989). Perbandingan kemampuan menurunkan tegangan antar muka APG yang dihasilkan dengan APG komersial dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik tegangan antarmuka air : xilena akibat pengaruh penambahan APG pada berbagai konsentrasi

**- Jenis emulsi dengan menentukan nilai HLB**

Nilai HLB yang diperoleh APG komersial sebesar 13,64 dan APG validasi pada kondisi optimum sebesar 8,81. Berdasar konsep Griffin dalam Holmberg *et al* (2003), APG yang dihasilkan tergolong dalam surfaktan yang dapat dikategorikan sebagai pengemulsi dalam sistem emulsi O/W dan sebagai bahan pembasah.

**- Analisis Gugus Fungsi APG dengan FT-IR**

Komponen gugus-gugus fungsi C-C, C-H, dan C=O telah terbentuk pada APG yang dihasilkan dapat dilihat pada Tabel 1. Dalam tabel tersebut ditunjukkan spektrum FTIR, nilai pita serapan yang sama antara APG yang dihasilkan dengan APG komersial.

Tabel 1. Pita serapan spektrofotometer FTIR APG hasil sintesa dan komersial (cm<sup>-1</sup>)

No.	Standar kisaran pita serapan	APG komersial	APG hasil sintesa	Keterangan
1.	3.450-3.400	3.400,34	3.394,26	Rentangan OH
2.	2.940-2.820	2.923,25	2.921,56	Rentangan OH
3.	2.800-2.700	2.853,29	2.733,73	Aldehyd CH
4.	1.680-1.600	1.639,00	1.594,31	Alkana C=C
5.	1.465	1.485,54	1.465,78	CH <sub>2</sub>
6.	1.370-1.365	1.377,14	1.376,19	Deformasi C-H (asimetri)
7.	1.200-1.140	1.151,73	1.151,96	Sulfat, sulfonamida
8.	1.085-1.030	1.050,30	1.031,44	Deformasi C-H, C-O
9.	900 - 690	918,33	917,01	aromatis
10.	900 - 690	721,26	720,74	aromatis

Sumber : Harmita (2006)

**Karakterisasi formulasi herbisida**

Formulasi herbisida glifosat dengan APG menghasilkan warna coklat muda sesuai warna APG yang dihasilkan, APG mempunyai derajat keasaman mendekati netral (6,7) sedangkan herbisida pembanding mempunyai pH 5.

**- Kestabilan Formulasi Herbisida**

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa suhu penyimpanan, konsentrasi glifosat, konsentrasi APG dan interaksi perlakuan memberikan pengaruh yang nyata terhadap kestabilan formulasi herbisida, baik pengamatan satu minggu dan dua minggu (pengamatan 3 minggu sampai 5 minggu sama dengan pengamatan pada 2 minggu). Berdasarkan uji lanjut Duncan, stabilitas emulsi formulasi herbisida pada penyimpanan suhu ruang berbeda nyata dengan penyimpanan suhu 15°C dan 40°C. Surfaktan APG bersifat padat pada suhu kamar sehingga pada suhu 40°C lebih stabil daripada suhu ruang.

**- Aplikasi formulasi herbisida setelah penyimpanan**

Hasil penyimpanan formulasi herbisida selama lima minggu pada suhu 15°C, ruang (26-29°C) dan suhu 40°C diaplikasikan dengan cara menyemprotkan ke golongan gulma baik itu golongan *grasses*, *sedges* maupun *broad leaved*. Pengamatan dilakukan terhadap persentase penutupan gulma dan efektifitas formulasi herbisida pada 1 MSA (Minggu Setelah Aplikasi) dan 2 MSA .

**- Efektifitas Formulasi Herbisida**

Hasil uji Kruskal Wallis menunjukkan bahwa efektifitas herbisida pada 1 MSA dan 2 MSA memberikan hasil yang berbeda, yaitu minimal ada satu perlakuan yang berbeda efektifitasnya. Efektifitas formulasi herbisida dengan konsentrasi glifosat 48 % diduga merupakan perlakuan yang efektif sedangkan perlakuan lainnya kurang efektif.

Efektifitas formulasi herbisida hasil penyimpanan 5 minggu pada suhu 15°C untuk 1 MSA pada konsentrasi glifosat 48%, 24% dan 16% menunjukkan formulasi herbisida kurang efektif. Dua minggu setelah aplikasi (MSA) formulasi herbisida, konsentrasi glifosat 48% terutama pada konsentrasi APG 8 % dan 10 % menunjukkan efektifitas formulasi herbisida efektif sedangkan yang lainnya menunjukkan kurang efektif.

## KESIMPULAN

1. Kondisi proses optimum produksi APG diperoleh pada suhu butanolisis 147,86°C dan rasio mol pati sagu-alkohol lemak 1:3,27 dengan respon stabilitas emulsi air:xilena dengan penambahan APG (%) sebesar 72,68%. Model persamaan optimasi yang diperoleh  $Y = 64,29 + 35,53X_1 - 29,82X_1^2 - 9,63X_2 - 23,09X_2^2 - 20,56X_1X_2$
2. Validasi dilakukan pada kondisi optimum yaitu pada rasio mol 1 : 3,27 dan pada suhu butanolisis 147,86°C dan nilai stabilitas emulsi air:xilena dengan penambahan APG (%) yang diperoleh sebesar 72,3%.
3. APG yang dihasilkan mirip dengan karakteristik standar dengan respon uji kemampuan menurunkan TP dan TAM, HLB, FTIR dan pH.
4. Formulasi herbisida hasil penyimpanan pada suhu 15°C, suhu ruang (26-29°C), dan 40°C dengan bahan aktif glifosat pada konsentrasi 48% dengan variasi konsentrasi APG terutama pada konsentrasi 8 % efektif mengendalikan gulma rumput terutama pada pengamatan 2 MSA bahkan lebih efektif dibandingkan dengan herbisida komersial pembanding.
5. Penyimpanan pada suhu 15°C, suhu ruang (26-29°C), dan 40°C tidak mempengaruhi efektifitas formulasi herbisida.

## DAFTAR PUSTAKA

- Hall, K. 2000. "Sustainable Surfactant: Renewable Feedstocks for The 21<sup>st</sup> Century- Fat and Oil as Oleochemical Raw Material. Dalam <http://www.nf.org>. 12 Maret 2007
- Hill, K., M. Biermann., Rossmair, H., Eskuchen, R., Wuest, W., . Wollmann, J., Bruns, A., Hellmann, G., Ott, K., Winkle, W., dan Wollmann, K. 1996. Patens: "Process for Direct Production of *Alkyl polyglycosides*". Dalam [www.uspto.gov](http://www.uspto.gov). 12 Februari 2007.
- Holmberg, K., Kronberg, B. dan Lindman, B. 2003. "Surfactant and Polimer in Aques Solution". Ed ke-2. Chichester: J Wiley.
- Moechtar. 1989. "Farmasi Fisika": Bagian Larutan dan Sistem Dispersi, Gadjah Mada University Press. Yogyakarta

Van Valkenburg, J.W. 1990. Terminology, Classification and Chemistry. Adjuvan for Hebicides. The Weed Science Society of America 309 West Clark Street Champaign, Illinois 51820.

Wuest, W., Eskuchen, R., Wollman, J., Hill, K., dan Biermann, M. 1992 . Patens: "Process for Preparing *Alkyl Glucosides* Compounds from Oligo-and/or Polysaccharides. dalam [www.uspto.gov](http://www.uspto.gov). 12 Februari 2007.