

PEMBENTUKAN AKRILAMIDA DALAM MAKANAN DAN ANALISISNYA

Yahdiana Harahap

Kelompok Bidang Ilmu Kimia Farmasi

Departemen Farmasi FMIPA-UI, Depok

ABSTRACT

Acrylamide is a chemical substance which derived from acrylonitrile, is the material used in polyacrylamide production. Recent research has found acrylamide is contained in some food, especially food is rich in carbohydrate and treated in high temperature (more than 120°C). Due to its nature, acrylamide is classified as a hazardous material to be contained in human's food. The International Agency for Research on Cancer (IARC) has classified acrylamide into group 2A (probably carcinogenic for humans). Many methods that used to analyse the acrylamide in some foods with sophisticated equipment, and in department of pharmacy FMIPA-UI there were also develop the method with simple extraction and conventional HPLC.

Keywords : acrylamide, HPLC, carcinogenic.

PENDAHULUAN

Akrilamida (sinonim: 2-Prope-namida, etilen karboksiamida, akrilik amida, asam propeonik amida, vinil amida) adalah salah satu bahan organik yang biasa digunakan manusia dalam kehidupan sehari-hari, untuk memproduksi plastik dan bahan pewarna. Zat ini juga biasa digunakan untuk menjernihkan air minum. Sejak tahun 1950, akrilamida diproduksi dengan cara hidrasi akrilonitril dan terdapat dalam bentuk monomer sedang poliakrilamida ada dalam bentuk polimer (Anonim 1994; 1985).

Akrilamida dipercaya dapat menyebabkan penyakit kanker pada

sekitar 2% (100-700 dari 45.000) kasus tiap tahun di Swedia, bentuk monomernya bersifat racun terhadap sistem saraf pusat, sedangkan bentuk polimer diketahui tidak bersifat toksik. Akrilamida digunakan secara umum pada pembuatan poliakrilamida. Poliakrilamida komersial mengandung 0,05-5,0% akrilamida (bergantung pada jumlah penggunaan poliakrilamida tersebut) dan sekitar 1 mg/kg residu monomer akrilonitril. Keberadaan akrilamida di dalam air minum memang sudah terdeteksi. Namun, jarang ada penelitian yang mengungkapkan bahayanya di dalam makanan sehari-hari (Anonim 1997; FDA 2004)

Peneliti di Badan Pengawas Makanan Nasional Swedia (*Swedish National Food Administration*) dan *Stockholm University*, pada April 2002 melaporkan penemuan akrilamida dalam berbagai makanan yang dipanggang dalam tanur atau digoreng. Dari penelitian tersebut, diketahui bahwa pembentukan akrilamida akibat pemanasan pada suhu tinggi terdapat pada makanan dengan kandungan karbohidrat tinggi seperti keripik kentang, kentang goreng, *pop corn*, sereal, dan biskuit (FDA 2004; Anonim 2006).

Makanan seperti daging sapi dan ayam, yang mengandung protein juga menghasilkan akrilamida dalam konsentrasi yang lebih kecil. Reaksi serupa tidak ditemukan pada makanan yang diproses dengan suhu rendah misalnya direbus. Akrilamida tidak ditemukan pada makanan dengan pemanasan pada suhu di bawah 120°C (Anonim 2002).

Ketika dilakukan penelitian terhadap hewan, akrilamida terbukti menyebabkan kanker. Namun, belum ada bukti yang menunjukkan hal itu juga berlaku pada manusia. Gangguan kesehatan yang disebabkan akrilamida terjadi karena dampak genotoksik dan karsinogeniknya. Akrilamida dianggap sebagai zat yang dicurigai sebagai karsinogen, pada dasarnya belum dapat diperkirakan dengan tepat sampai sejauh mana pengaruh akrilamida dalam menyebabkan penyakit kanker pada manusia. Hingga sekarang belum ada himbauan yang dikeluarkan *Food and*

Drug Administration (FDA) untuk melarang masyarakat mengkonsumsi makanan-makanan tersebut (Anonim 2006; Friedman 2003).

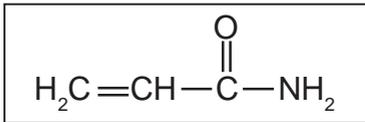
Akrilamida sudah pasti bersifat genotoksik dan karsinogenik pada hewan. *International Agency for Research on Cancer* (IARC), *U.S. Environmental Protection Agency* (EPA), *Food and Drug Administration* (FDA), serta *The National Toxicology Program* telah mengklasifikasikan akrilamida sebagai senyawa yang mungkin menyebabkan kanker atau berpotensi sebagai karsinogenik pada manusia (grup 2A). Berdasarkan studi hewan coba, akrilamida diketahui berpotensi menyebabkan kerusakan sel-sel saraf dan gangguan reproduksi pada hewan coba serta pemberian akrilamida dalam jangka panjang dapat menyebabkan tumor. Namun demikian, belum ada fakta yang teruji untuk membuktikan bahwa akrilamida dalam makanan berpotensi menyebabkan kanker pada manusia, karena pemberian makanan yang mengandung akrilamida dengan dosis tinggi pada hewan coba tidak dapat diekstrapolasikan pada manusia secara langsung (Anonim 1985; FDA 2004; Kendall P 2005; Hartman Holly 2005).

1. Karakteristik (Anonim 1985; FDA 2004; Anonim 1976)

Akrilamida merupakan senyawa kimia berwarna putih, tidak berbau, berbentuk kristal padat yang sangat mudah larut dalam air dan mudah bereaksi melalui reaksi amida atau

ikatan rangkapnya. Monomernya cepat berpolimerisasi pada titik leburnya atau di bawah sinar ultraviolet. Akrilamida dalam larutan bersifat stabil pada suhu kamar dan tidak berpolimerisasi secara spontan.

Struktur kimia :



Gambar 1. Struktur kimia akrilamida

Rumus molekul : C₃H₅NO

Sinonim : 2-Propenamida, etilen karboksi amida, akrilik amida, asam propeonik amida, vinil amida

Bobot molekul : 71,08

Kelaratuan dalam g/100 ml pelarut pada suhu 30°C : air 215,5; aseton 63,1; benzen 0,346; etanol 66,2; kloroform 2,66; metanol 15,5; n-heptan 0,0068.

Titik lebur : 84,5°C; titik didih: 87°C (2 mmHg), 105°C (5mmHg), 125°C (25 mmHg); tekanan penguapan: 0,009 kPa (25°C); 0,004 kPa (40°C); dan 0,09 kPa (50°C).

Pada umumnya, akrilamida yang terdapat di alam adalah buatan manusia, berasal dari residu monomer yang dilepaskan dari poliakrilamida untuk perawatan air minum karena tidak seluruh akrilamida terkoagulasi dan tetap berada di air sebagai pencemar.

Akrilamida terdistribusi dengan baik dalam air karena kelarutannya yang tinggi dalam air. Akrilamida

dapat menetap hingga berhari-hari, berminggu-minggu, bahkan berbulan-bulan di daerah sungai atau pesisir pantai dengan aktivitas mikroba yang rendah. Kecil kemungkinannya terakumulasi pada ikan.

2. Sifat farmakokinetika akrilamida (Anonim 1985; FDA 2004; Anonim 2002; Friedman 2003)

Absorpsi dari akrilamida melalui saluran pernafasan, saluran cerna, dan kulit. Pada pendistribusiannya, akrilamida terdapat dalam kompartemen sistem tubuh dan dapat menembus selaput plasenta. Pada urin tikus, telah ditemukan metabolit, seperti asam merkapturat dan sistein-s-propionamida. Glisidamida, merupakan metabolit utama dari akrilamida, yaitu epoksida yang lebih dicurigai dapat menyebabkan penyakit kanker dan bersifat genotoksik pada hewan coba daripada akrilamida. Akrilamida dan metabolitnya terakumulasi dalam sistem saraf dan darah. Akrilamida dicurigai lebih bersifat neurotoksik dibandingkan dengan glisidamida. Pada ginjal, hati dan sistem reproduksi pria juga terjadi akumulasi.

Berdasarkan percobaan pada hewan, akrilamida diekskresikan dalam jumlah besar melalui urin dan empedu sebagai metabolitnya. Diketahui terdapat akrilamida dalam air susu tikus yang sedang menyusui. Data-data farmakokinetika akrilamida pada manusia masih sedikit, namun antara manusia dan hewan

mamalia belum terdapat data yang dengan pasti menunjukkan perbedaan dari keduanya.

3. Efek pada manusia dan hewan (Anonim 1994; 1985; 2002; 2002)

Akrilamida bersifat iritan dan toksik. Efek lokal berupa iritasi pada kulit, dan membran mukosa. Iritasi lokal pada kulit ditunjukkan dengan melepuhnya kulit disertai dengan warna kebiruan pada tangan dan kaki, efek sistemik berhubungan dengan paralisis susunan saraf pusat, tepi, dan otonom sehingga dapat terjadi kelelahan, pusing, mengantuk, dan kesulitan dalam mengingat. Berdasarkan uji klinis, ditunjukkan bahwa paparan akut dosis tinggi akrilamida memicu tanda-tanda dan gejala gangguan saraf pusat, sedangkan paparan akrilamida dalam jangka waktu yang lama dengan dosis yang lebih kecil dapat memicu gangguan pada sistem saraf tepi. Setelah paparan terhadap akrilamida dihentikan, gangguan-gangguan tersebut dapat berkurang, tetapi dapat bertahan hingga berbulan-bulan bahkan bertahun-tahun.

Akrilamida meningkatkan kemungkinan terjadinya tumor paru-paru pada tikus. Akrilamida dapat meningkatkan timbulnya tumor kelenjar payudara pada tikus betina. Pada tikus jantan dapat memicu degenerasi tubulus seminiferus dan aberasi kromosom spermatisit serta menurunkan kadar testoteron dan prolaktin. Namun, uji fertilitas belum dilaporkan. Dengan pemberi-

an secara oral, topikal, dan intra-peritoneal akrilamida dapat memicu kanker kulit. Akrilamida, dimasukkan dalam kategori grup 2A yaitu senyawa yang hampir dipastikan menyebabkan kanker pada manusia (karsinogenik). Hal tersebut dikarenakan jumlah peserta yang diikutsertakan dalam penelitian masih belum memadai untuk suatu uji epidemiologik. Berdasarkan data yang ada, belum ada data epidemiologik yang menunjukkan bahwa paparan akrilamida dapat menyebabkan kanker.

FAO dan WHO memberikan arahan sementara untuk mencegah kemungkinan terjadinya risiko akibat akrilamida, meskipun informasi tentang akrilamida dan dampaknya dalam makanan belum lengkap, diantaranya :

- a. Pola makan yang seimbang dan bervariasi, seperti sayur-mayur dan buah-buahan, dan menghindari atau mengurangi makanan yang diduga mengandung akrilamida.
- b. Makanan tidak dimasak dengan suhu yang terlalu tinggi, hanya dengan suhu yang cukup untuk menghancurkan mikroorganisme patogen.

4. Terjadinya Adduct

Akrilamida memiliki suatu sistem jenuh elektrofil yang dapat bereaksi dengan pusat nukleofil. Gugus protein dan asam amino menjadi target reaksi utama karena mempunyai pusat nukleofil. Pengi-

katan akrilamida dengan protein pada hemoglobin, menjadi penyebab aksi toksisitas pada jaringan tersebut.

5. Pembentukan Akrilamida dalam Makanan

Asparagin yaitu asam amino utama mempunyai struktur mirip dengan akrilamida, dan diduga senyawa tersebut yang paling berperan dalam pembentukan akrilamida. Hasil penelitian yang sama juga ditemukan oleh pemerintah Kanada dan pabrik *Procter and Gamble Co.* Keduanya sama-sama mencurigai adanya hubungan antara asparagin dengan pencetus kanker (Friedman 2003).

World Health Organization (WHO) menyatakan bahwa pada populasi umum, rata-rata asupan akrilamida

melalui makanan berada pada rentang 0,3–0,8 µg/kg BB/hari. *Environmental Protection Agency* (EPA) pada tahun 1992 dan WHO pada tahun 1985 telah membatasi kadar akrilamida dalam air minum sebesar 0,5 µg/liter (ppb). *Office of Environmental Health Hazard Assessment* (OEAHHA), salah satu divisi EPA yang berlokasi di California, Amerika Serikat telah menetapkan bahwa 0,2 µg/hari akrilamida tidak bersifat sebagai agen pencetus kanker. Peneliti Swedia mendapatkan bahwa terdapat konsentrasi akrilamida yang sangat besar pada makanan yang digoreng (keripik kentang, median 1200 µg/kg; kentang goreng, 450 µg/kg), dan makanan yang dipanggang (sereal dan roti, 100-200 µg/kg) (Anonim 1985; FDA 2004).

Tabel 1.
Kadar akrilamida dalam beberapa produk makanan dari negara Swedia, Switzerland serta Amerika berdasarkan data *Food Safety Programme World Health Organization 2002*

Produk Makanan	Level Akrilamida (µg/kg)			
	Rata-rata	Nilai tengah	Minimum-maksimum	Jumlah sampel
Keripik kentang	1312	1343	170-2287	38
Produk roti	112	<50	<50-450	19
<i>Cracker</i>	423	142	<30-3200	58
Sereal	298	150	<30-1346	29
Keripik jagung	218	167	34-416	7
Bubuk coklat	75	75	<50-100	2
Bubuk kopi	200	200	170-230	3

Akrilamida ditemukan pada beberapa makanan tertentu yang dalam proses dan pembuatannya menggunakan suhu tinggi, dengan meningkatnya pemanasan dan bertambahnya waktu, dapat meningkatkan kadar akrilamida. Akrilamida tidak terbentuk pada suhu di bawah 120°C. Mekanisme terbentuknya belum dapat diketahui dengan pasti, diperkirakan meliputi reaksi dari berbagai macam kandungan dalam makanan, seperti karbohidrat, lemak, protein dan asam amino, serta berbagai macam komponen lainnya dalam jumlah yang kecil. Mekanisme pembentukan akrilamida yang mungkin dan telah dikemukakan oleh peneliti antara lain:

1. Terbentuk dari akrolein atau asam akrilat hasil degradasi karbohidrat, lemak, atau asam amino bebas, seperti alanin, asparagin, glutamin, dan metionin yang memiliki stuktur mirip dengan akrilamida.
2. Terbentuk langsung dari asam amino.
3. Terbentuk dari dehidrasi atau dekarboksilasi beberapa asam organik tertentu seperti asam laktat, asam malat, dan asam sitrat.

Studi sistematis tentang pembentukan akrilamida belum dapat dipastikan, kemungkinan terbesar melalui reaksi campuran. Studi juga dipersulit dengan sifat dari akrilamida yang mudah menguap dan

mudah bereaksi sehingga dapat hilang setelah terbentuk. Akrilamida dianggap reaksi samping dari reaksi Maillard, yakni reaksi yang berlangsung antara asam amino dengan gula pereduksi (glukosa, fruktosa, ribosa, dan lain-lain) atau sumber karbonil lainnya. Asparagin, merupakan asam amino dalam makanan yang bereaksi dengan gula pada suhu tinggi (Anonim 2002; Kendall P 2005).

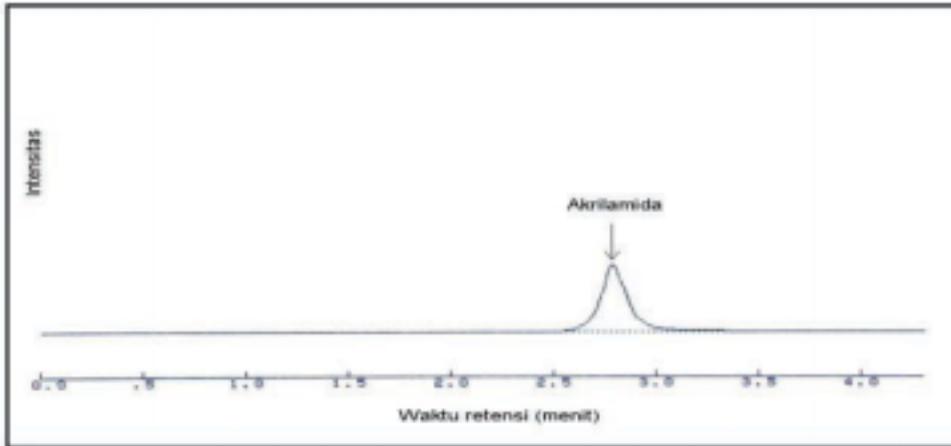
6. Metode Analisis Akrilamida dalam Berbagai Makanan

Terdapat beberapa cara yang dapat dilakukan untuk mengidentifikasi dan menganalisis akrilamida dalam sediaan, diantaranya dengan menggunakan kromatografi gas-spektrometri massa dan kromatografi cair-spektrometri massa.

Beberapa peneliti telah melakukannya antara lain:

- i. Metode yang sensitif telah dikembangkan dan divalidasi untuk analisis dalam produk sereal. Menggunakan GC/MS/MS dengan sinyal gangguan antara 70 -100 dapat dilakukan terhadap sampel. Untuk identifikasi digunakan sumber ion m/z 149 $[C_3H_4^{79}BrNO]^+$ dan m/z 151 $[C_3H_4^{81}BrNO]^+$ dari spektrum massa EI; dengan i.e. m/z 152/154 sebagai internal standar. Pada kondisi ini menghasilkan batas kuantitasi untuk larutan standar akrilamida sebesar 0,01 ng/ml (Hamlet CG et al. 2004).

- ii. Kromatografi gas-spektrometri massa (GC-MS), dengan baku dalam akrilamida, 8000 *gas chromatograph* dengan injektor *on-column* (ThermoQuest, Milan, Italia) dan spektrometer massa *SSQ7000 quadrupole* (Finnigan, San Jose, Amerika Serikat). 1 μL sampel disuntikkan ke dalam kolom berukuran 10 m x 0,25 mm dan pemisahan kolom dengan 0,4 μm pelat Carbowax 20M. Batas deteksi yang dihasilkan < 20 $\mu\text{g}/\text{kg}$. Kini dilengkapi dengan kolom deaktivasi berukuran 40 cm x 0,53 mm dengan Carbowax 20M (yang dapat meningkatkan sampel hingga 5 μl bila diperlukan). Gas pembawa helium dengan tekanan 40 kPa; suhu oven diatur pada 15 $^{\circ}$ /menit dari 70 $^{\circ}\text{C}$ (1 menit) hingga 220 $^{\circ}\text{C}$ (2 menit). Spektrometri massa menggunakan pengionisasi kimia ion positif (CI) dengan metana sebagai gas pembawa. Sumber ion pada 100 $^{\circ}\text{C}$, spektrum massanya adalah m/z 72 (akrilamida), 86 (metakrilamida) dan 88 (butiramida) (Biedermann M 2006).
- iii. Kromatografi gas-spektrometri massa (GC-MS), Mega 5300 *gas chromatograph* dengan *on-column* dan sebuah injektor *split/splitless* (Fisons, Milan, Italia) dan sebuah spektrometer massa ITD 400 (Finnigan, San Jose, Amerika Serikat). Sebanyak 1-2 μl sampel disuntikkan ke dalam kolom berukuran 100 cm x 0,32 mm (ID) dengan 0,25 μm pelt FFAP (BGB Analytik). Gas pembawa helium dengan tekanan 75kPa. Suhu oven diatur pada 10 $^{\circ}\text{C}/\text{menit}$ dari 110 $^{\circ}\text{C}$ hingga 230 $^{\circ}\text{C}$ dan 25 $^{\circ}\text{C}/\text{menit}$ hingga 250 $^{\circ}\text{C}$ (1 menit). Spektrometri massa menggunakan pengionisasi ion elektron positif (EI). Sumber ion pada 200 $^{\circ}\text{C}$ (Biedermann M 2006).
- iv. Kromatografi cair kinerja tinggi-spektrometri massa tandem (HPLC/MS/MS), dengan kolom Agilent 1100 sistem LiChrosphere[®] CN (250 x 4 mm, 5mm), Merck, Darmstadt. Fase gerak A: asam asetat 1%, fase gerak B: asetonitril, suhu oven: 25 $^{\circ}\text{C}$. Laju alir 700 $\mu\text{l}/\text{menit}$. Baku dalam d3-akrilamida (AA-d3) (Anonim 2004).
- v. Kromatografi Cair Kinerja Tinggi (KCKT) dengan detektor UV (DX-600 dan PDA-100, Dionex), fase gerak 3,5 mmol/liter asam formiat dalam air-asetonitril (93% - 7% v/v). Kolom Dionex ICE-AS-1 (9 mm x 25 cm), laju alir 1 ml/menit dan deteksi UV pada 202 nm. Volume sampel 25 atau 50 ml disuntikkan ke dalam kolom. Dengan kondisi ini, akrilamida terelusi selama 23 menit (Anonim 2006).
- vi. Penetapan kadar akrilamida menggunakan pelarut ekstraksi dipercepat yang dilanjutkan



Gambar 2. Kromatogram akrilamida 0,8 µg/ml pada panjang gelombang 210 nm dengan fase gerak 3,5 mM asam fosfat 85% dalam asetonitril-air (5:95); laju alir 0,5 ml/ menit dan fase gerak sebagai pelarut.

dengan kromatografi ion dengan detektor UV atau MS. Metode yang digunakan berlangsung cepat dengan menggunakan metode ekstraksi *accelerated solvent extraction* (ASE) ASE 100 atau ASE 200 (Dionex, Sunnyvale, California, Amerika Serikat) dengan 34 ml sel untuk ASE 100, dan 33 ml untuk ASE 200. Sampel diekstraksi selama 20 menit menggunakan air atau air dengan tambahan asam formiat 10 mM. Ekstrak segera dianalisis dengan menggunakan kromatografi ion (IC) dan menggunakan kolom eksklusi ion 4 mm dan dua detektor UV dan MS. Kondisi kromatografi adalah dengan kolom IonPac[®] ICE-AS1 4 x 250 mm; 7,5 µm. Fase gerak yang digunakan asam formiat 3,0 mM dalam asetonitril/air 30/70 (v/v), laju alir 0,15 ml/menit, volume

injeksi 25 µl, deteksi UV pada panjang gelombang 202 nm, deteksi MS pada 50-250 m/z; menghasilkan batas deteksi sekitar 50 µg/kg (Silvano C, 2006).

Telah dilakukan beberapa penelitian untuk menghasilkan metode yang efektif dan efisien di Departemen Farmasi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Indonesia dengan Kromatografi Cair Kinerja Tinggi. Metode ini menggunakan kolom C18-RP dengan detektor UV-Vis pada panjang gelombang 210 nm, fase gerak 3,5 mM asam fosfat 85% dalam asetonitril-air dengan perbandingan 5:95, laju alir 0,5 ml/menit dan fase gerak tersebut digunakan sebagai pelarut (Simanjuntak B 2004; Dianpratami K 2005; Teuku Nebrisa Z 2005).

Penetapan kadar akrilamida

dalam makanan yang telah dilakukan di Departemen Farmasi FMIPA-UI (dalam kripiik kentang, *french fries*, sereal, popcorn, biskuit) sebagian besar dari sampel mengandung akrilamida dalam jumlah yang signifikan walaupun masih di bawah ambang batas yang ditentukan FDA. Prosedur penentuan secara garis besarnya adalah sebagai berikut:

Ditimbang Sampel X kemudian dilarutkan dalam 60 ml diklormetan, tambahkan 3 ml etanol kocok dengan *Laboratory Shaker* pada kecepatan 250 RPM selama 60 menit. Larutan sampel dicuci dan disaring dengan diklormetan sebanyak 2 x 5 ml, kemudian pada filtrat ditambahkan 25 ml fase gerak yang digunakan. Diklormetan dan etanol diuapkan di atas penangas air pada suhu 80°C. Kemudian dimasukkan ke dalam tabung sentrifus, sentrifugasi dengan kecepatan 10000 RPM selama 15 menit, fase gerak diambil lalu dimasukkan ke dalam labu ukur 25,0 ml; tambahkan fase gerak yang digunakan dan dicukupkan sampai batas. Larutan sampel disaring dengan penyaring sampel Whatman. Sampel disuntikkan sebanyak 20 µl ke dalam kolom kemudian dicatat luas puncaknya. Percobaan diulangi sebanyak tiga kali. Kadar dihitung dengan menggunakan persamaan kurva.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1994. International Agency for Research on Cancer (IARC) – Summaries & Evaluations (Acrylamide). <http://www.inchem.org/documents/iarc/vol60/m60-11.html>, 3 Januari 2006, pukul 14.09.
- Anonim. 1997. Acrylamide (Group 2A). <http://www.cie.iarc.fr/htdocs/monographs/vol60/m60-11.htm>, 3 Januari 2006, pukul 14.21.
- Anonim. 2004. *Detection of Acrylamide In Starch-enriched Food With HPLC/MS/MS*. <http://applied-biosystems.com/>, 11 Januari 2006, pukul 10.24.
- Anonim. *Acrylamide in Foods*. http://www.fda.gov/fdac/features/2003/103_food.html, 11 Januari 2006, pukul 11.23.
- Anonim. *Determinan of Acrylamide in Food using ASE with HPLC-UV an LC-MS*. <http://www.dionex.com/servlet/wl1/FileDownloader/slot114/282270/Acrylamid%20method%20English.pdf>, 11 Januari 2006, pukul 10.19.
- Anonim. *Environmental Health Criteria for Acrylamide*. Geneva: World Health Organization, 1985: 8-42.
- Anonim. *Health Implications of Acrylamide in Food: Report of a Joint FAO/WHO Consultation*. Geneva, Swiss: World Health Organization (WHO), 2002: 39 hlm.

- Anonim. *Health implications of acrylamide in food:report of joint FAO/WHO consultation*. Genewa: World Health Organization, June 2002.
- Anonim. *The Merck Index 9th Edition*. Rahway NJ: Merck & Co. Inc., 1976.
- Biedermann M. Two GC-MS Methods for Analysis of Acrylamide in Foodstuffs. 12 hlm. <http://www.klzh.ch/downloads/acrylamid1.pdf>, 11 januari 2006, pukul 10.15.
- Dianpratami K. *Analisis Akrilamid Dalam Beberapa Sediaan Keripik Kentang yang Beredar di Pasaran Secara Kromatografi Cair Kinerja Tinggi*. Depok : Skripsi Sarjana Farmasi Ekstensi FMIPA-UI, 2005.
- Friedman, M. Chemistry, Biochemistry, and Safety of Acrylamide. A Review. 2003. *J. Agric. Food. Chem* **51**, 4504-4526.
- Hamlet CG, Jayaratne SM, Sadd PA. Rapid, Sensitive and Selective Analysis of Acrylamide in Cereal Products Using Bromination and GC/MS/MS. . 2004. *J. Agric. Food. Chem* **22**, 290-293.
- Hartman Holly, *Popcorn History, science and good snacky fun*, <http://www.popcorn.org/int/fsf/popcorn-report.pdf>, 25 Juni 2005 pukul 16.00.
- Kendall P. *Popcorn An All American snack*, [http://www.popcorn-report.pdf](http://www.popcorn.org/int/fsf/popcorn-report.pdf), 25 Juni 2005 pukul 16.00.
- Silvano C. Fast Determination of Acrylamide in Food Samples Using Accelerated Solvent Extraction Followed by Ion Chromatography with UV or MS Detection. <http://www.lcgceurope.com/lcgceurope/article/articleDetail.jsp?id=53696>, 11 Januari 2006, pukul 10.19.
- Simanjuntak B. *Optimasi Penetapan Kadar Akrilamid yang Ditambahkan ke dalam Keripik Kentang Simulasi Secara Kromatografi Cair Kinerja Tinggi*. Depok: Skripsi Sarjana Farmasi FMIPA-UI, 2004.
- Teuku Nebrisa Z. *Analisis Akrilamid dalam Kentang goreng Secara Kromatografi Cair Kinerja Tinggi*. Depok: Skripsi Sarjana Farmasi FMIPA-UI, 2005.
- U.S. Food and Drug Administration (FDA, 2004) Acrylamide Questions & Answers. Center for Food Safety and Applied Nutrition 2003. <http://www.cfsan.fda.gov/~dms/acrydata.html>. 11 Januari 2006, pukul 10.35.
- U.S. Food and Drug Administration (FDA, 2004). Explanatory Data on Acrylamide in Food. U.S. FDA, CFSAN/Office of Plant & Dairy Foods, March 2004. <http://www.cfsan.fda.gov/~dms/acrydata.html>, 11 Januari 2002, pukul 11.03.