

PENGEMBANGAN PENERING UNGGUN TERFLUIDAKAN PARTIKEL INERT SKALA LABORATORIUM UNTUK PRODUKSI KOPI INSTAN KUALITAS TINGGI

Suherman, Archemi Puspita Wijaya dan Nunung Kristiana

Jurusan Teknik Kimia, Fak. Teknik, Universitas Diponegoro
Jln. Prof. Sudharto, Tembalang, Semarang, 50239, Telp/Fax: (024)7460058 (12pt)

Abstrak

Dalam penelitian ini pengering unggun terfluidakan partikel inert skala laboratorium telah diaplikasikan untuk memproduksi kopi instan bubuk kualitas tinggi. Hal yang dibahas meliputi pengaruh suhu udara pengering masuk, tinggi partikel inert, dan konsentrasi larutan umpan terhadap karakteristik kerja pengering yakni hold up material serta kualitas produk yang dihasilkan meliputi analisa approximate, aroma dan rasa, dan handling properties (flowabilitas, kohesivitas, dan wetabilitas). Variabel berubah yang digunakan meliputi suhu udara pengering masuk sebesar 50°C, 60°C, dan 70°C; tinggi partikel inert 5 cm, 10 cm, dan 15 cm; serta konsentrasi larutan umpan sebesar 20%, 30%, dan 40% berat. Tahapan percobaan meliputi tiga tahap yaitu tahap persiapan larutan umpan, tahap pengeringan, dan tahap analisa produk. Interpretasi data dilakukan dengan menggunakan metode RSM (Respons Surface Methode). Berdasarkan analisa hasil, kondisi operasi optimum meliputi suhu udara pengering masuk sebesar 40°C, tinggi partikel inert 5 cm, serta konsentrasi larutan umpan sebesar 20% berat.

Kata kunci: bubuk; kopi; partikel inert; pengering unggun terfluidakan

1. Pendahuluan

Kopi merupakan salah satu komoditas andalan perkebunan penghasil devisa ekspor, sumber pendapatan petani, penghasil bahan baku industri, serta penciptaan lapangan kerja dan pengembangan wilayah. Produktivitas kopi di Indonesia cukup tinggi sebesar 792 kg biji kering per hektar per tahun, membuat Indonesia menduduki posisi empat dunia dalam hal produksinya (Harian Kompas, Rabu 19 Maret 2008).

Ekspor kopi Indonesia, tidak lagi berupa bahan mentah tapi dalam bentuk hasil olahan dengan mutu yang dikehendaki konsumen sehingga diperoleh nilai tambah di dalam negeri. Kopi instan adalah salah satu olahan kopi dengan prospek yang menjanjikan. Konsumsi masyarakat terhadap kopi instan cenderung. Selain itu, harga kopi instan cenderung stabil, tingkat kenaikan harga setara dengan inflasi, dan kopi menjadi salah satu istilah dalam *bussines meeting* dan tren sebagai pengantar pertemuan dengan relasi usaha. Melihat tingkat konsumsi kopi instan yang relatif tinggi, sangat penting untuk ditinjau mengenai proses produksi kopi instan.

Produksi kopi instan dilakukan melalui proses pengeringan larutan atau *slurry* kopi. Selama ini proses konversi dari bentuk larutan atau slury menjadi powder dilakukan menggunakan spray dryer. Akan tetapi, teknologi *spray dryer* membutuhkan biaya tinggi karena adanya sistem vakum (Mujumdar, 1995). Selain itu, pengeringan spray memiliki keterbatasan jika bahan baku memiliki sifat yang lengket, sehingga produk akan menempel pada permukaan peralatan atau terjadi penggumpalan (Jinapong dkk., 2008).

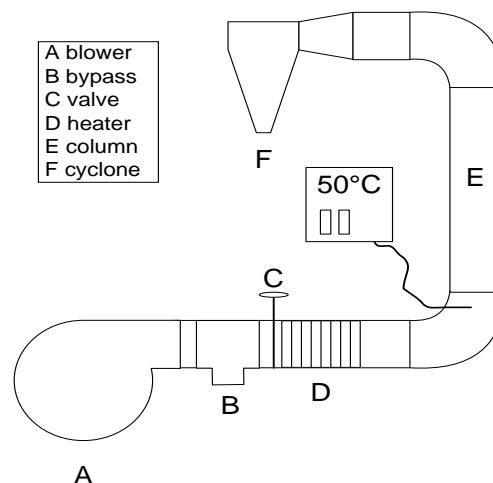
Oleh karena itu, saat ini berkembang teknologi untuk memproduksi bubuk menggunakan pengering unggun terfluidakan (*fluidized bed*) partikel inert. Teknologi ini dapat digunakan juga untuk umpan lain yang berupa pasta atau larutan untuk kemudian diubah menjadi bentuk bubuk. Dibandingkan *spray dryer*, teknologi unggun terfluidakan inert partikel memiliki biaya yang lebih rendah, dengan tingkat kualitas produk yang sama (Medeiros, et. al, 2002). Pengering unggun terfluidakan memiliki volume dan luas area yang lebih kecil dibandingkan spray dryer. Sehingga biaya investasi dan operasi lebih rendah yang juga menurunkan konsumsi daya (Mujumdar, 1995). Hal ini bisa dicapai karena pengering unggun terfluidakan dioperasikan pada kondisi atmosferik. Selain itu, efisiensi pengeringan yang tinggi tercapai karena bidang kontak yang besar dan perbedaan yang besar antara suhu udara masuk dan keluar. Fleksibilitas regim, pengendalian penggumpalan partikel, tingginya efisiensi pengeringan, pelepasan lapisan dari permukaan partikel dan produksi bubuk dapat terus ditingkatkan di dalam pengeringan larutan dalam fluidized bed inert partikel (Schneider et al, 1993; Martinez et al., 1996; Pan et al., 2001; Cabral et al., 2007; US Patent 4608203, 1986).

2. Metode Penelitian

2.1 Prosedur Eksperimen

Tahapan pertama adalah melakukan ekstraksi kopi dari biji kopi, menggunakan pelarut air. Proses ekstraksi dilangsungkan pada suhu 98 °C dan tekanan 1 atm disertai pengadukan. Proses ekstraksi dilakukan selama 30 menit. Setelah proses ekstraksi selesai, cairan ekstrak yang terbentuk dipisahkan dari koloid berupa ter ataupun bahan lain yang tidak larut dengan filtrasi. Larutan dengan volume 400 ml selanjutnya diumpankan ke alat pengering. Disini konsentrasi larutan umpan divariasikan 20%; 30%; dan 40%.

Gambar 1 menunjukkan skema peralatan eksperimen. Mula-mula, blower dinyalakan sehingga udara mengalir dengan kecepatan 6 m/s dan selanjutnya pemanas dinyalakan dengan setting suhu sesuai variabel yang diinginkan. Udara akan melewati unggun yang telah berisikan partikel inert. Selama proses start-up ini, suhu dry bulb dan wet bulb udara diukur. Setelah suhu yang dikehendaki tercapai, selanjutnya larutan kopi disemprotkan dengan laju 5ml/menit ke dalam kolom unggun. Proses ini dilakukan selama 9 jam. Setelah 9 jam, unggun dibuka dan partikel inert beserta kopi yang masih menempel di partikel inert ditimbang massanya untuk. Sedangkan produk bubuk kering terpisahkan di siklon dikumpulkan kemudian ditimbang juga massanya, serta diukur kandungan airnya. Kolom ditutup kembali dan run selanjutnya dapat dimulai. Disini variabel operasi adalah suhu unggun 50 °C; 60 °C; 70 °C, dan tinggi partikel inert 10 cm; 15 cm; 20 cm.



Gbr 1. Skema rancangan unit pengering unggun terfluidakan partikel inert

2.2 Analisa Hasil

Produk yang terbentuk dianalisa karakteristiknya meliputi aroma dan rasa, proximate analysis (uap air, abu, protein, karbohidrat), flowabilitas, kohesivitas dan wettability.

a. Aroma dan rasa

Aroma dan rasa kopi dapat diuji secara organoleptik dengan menggunakan indera penciuman (hidung) dan perasa (lidah).

b. Analisis proximate

Analisis Proximate untuk kadar uap air, abu, dan protein di bubuk kopi instan akan diukur menggunakan metoda AOAC 2000. Kandungan lemak akan dihitung menggunakan metoda Mojonnier (AOAC, 2000). Total kandungan karbohidrat akan dihitung dengan mengurangnya dengan prosentase abu, protein dan lemak dari 100%. Pengukuran akan dilakukan tiga kali dan diambil nilai rerata.

c. Densitas bulk dan tapped

Bubuk dimasukkan ke dalam 10 ml silinder yang telah diketahui beratnya dan ditimbang. Selanjutnya densitas bulk (ρ_{bulk}) dihitung menurut rumus: massa/volum. Untuk densitas tapped (ρ_{tapped}), menggunakan cara yang hampir sama dengan densitas bulk (ρ_{bulk}) pengukuran hanya saja dilakukan pengocokkan sebanyak 100x pada silinder 10 ml yang berisi bubuk kemudian diukur penurunan volumenya.

d. Densitas partikel

Densitas partikel (ρ_{particle}) bubuk diukur menurut metoda A/S Niro Atomizer (1978c). Sampel bubuk (1 g) dimasukkan ke dalam silinder 10 ml. Selanjutnya 5 ml petroleum ether ditambahkan dan silinder di goyang-goyang sampai bubuk terpadatkan. Akhirnya, partikel bubuk akan turun ke dinding bagian bawah dan selanjutnya ditambahkan lagi 1 ml petroleum ether (total 6 ml) selanjutnya total volum petroleum ether yang terpadatkan dengan bubuk dapat dibaca. Densitas partikel dapat dihitung:

$$\rho_{\text{particle}} = \frac{M_{\text{bubuk kopi}}}{V_{\text{PE}} - 6} \quad 1$$

e. Flowabilitas dan kohesivitas

Kemampuan alir dan koefisitas bubuk dievaluasi menggunakan Carr index (CI) (Carr, 1965) dan Hausner ratio (HR) (Hausner, 1967). Baik CI dan HR dihitung dari nilai densitas bulk (ρ_{bulk}) dan tapped (ρ_{tapped}):

$$CI = \frac{\rho_{\text{bulk}}}{\rho_{\text{tapped}}} \quad 2$$

$$HR = \frac{\rho_{\text{tapped}}}{\rho_{\text{bulk}}} \quad 3$$

Tabel 1 Klasifikasi flowabilitas bubuk berdasarkan Carr Index (CI) (Jinapong. et. Al.. 2008)

CI (%)	Flowability
<15	Sangat baik
15-20	Baik
20-35	Sedang
35-45	Buruk
>45	Sangat buruk

Tabel 2 Klasifikasi kohesivitas bubuk berdasarkan Hausner Ratio (HR) (Jinapong. et. Al.. 2008)

HR	Cohesiveness
<1.2	Rendah
1.2-1.4	Sedang
>1.4	Tinggi

f. Wettabilitas

Wettabilitas bubuk diukur dengan menuangkan sejumlah air distilasi (10 ml) pada 25⁰C ke dalam beaker 100 ml. Setelah itu masukkan 1 gram bubuk kopi instan ke dalamnya dan mulai nyalakan stop watch. Akhirnya, waktu dicatat sampai bubuk menjadi terbasahi secara komplit (penglihatan secara visual ketika semua bubuk menembus partikel permukaan air).

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Analisa Proximate

Analisa proximate produk tidak jauh berbeda dengan standar kopi instan, yakni protein 12,2 % berat, lemak 0,5 % berat dan karbohidrat 41,1 % berat. Tidak ada perbedaan komposisi yang signifikan pada produk kopi instan yang dihasilkan dari semua run kondisi operasi (lihat Tabel 3).

Tabel 3 Hasil analisa proximate produk bubuk kopi instan (%w/w)

RUN	Karbohidrat	Protein	Lemak	Air	Abu
1	54.67	7.09	1.14	24.80	12.30
2	55.35	5.90	1.55	23.67	13.55
3	57.62	6.42	1.40	21.50	13.06
4	55.17	6.70	1.22	22.80	14.11
5	58.31	6.95	1.08	21.26	13.30

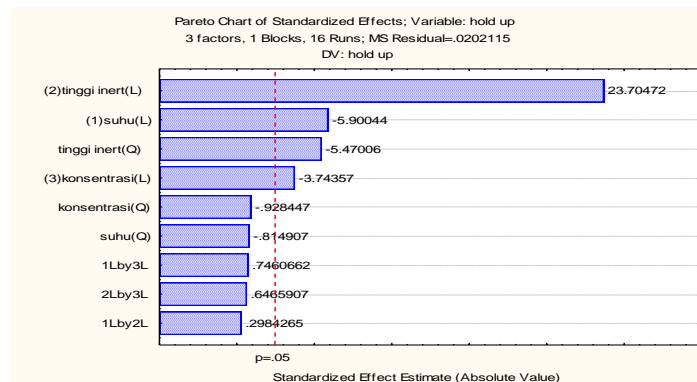
3.2 Pengaruh Kondisi Operasi terhadap Aroma dan Rasa Produk

Secara keseluruhan produk kopi instan yang dihasilkan memiliki aroma dan cita rasa yang “ringan”. Pada tahapan proses ekstraksi, komponen flavor yang bersifat volatil seringkali tidak terekstrak secara sempurna. Hal ini terjadi karena beberapa komponen tersebut memiliki kelarutan yang rendah didalam air, sehingga tidak ikut terekstrak pada saat proses ekstraksi. Proses pemekatan dan pengeringan yang menggunakan panas juga berpotensi menyebabkan hilangnya komponen aroma dan citarasa yang volatil karena mereka ikut menguap bersama air yang

dikeluarkan sehingga menghasilkan produk kopi instan dengan aroma dan citarasa yang lebih ‘ringan’ dibandingkan dengan proses beku (pemekatan beku dan pengeringan beku).

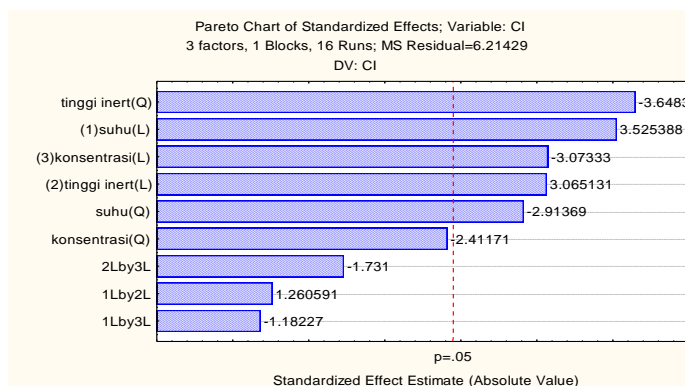
3.3 Pengaruh Kondisi Operasi terhadap Hold-up Material

Gambar 2 menunjukkan bahwa variabel yang paling berpengaruh terhadap hold up material adalah tinggi partikel inert. Titik kritis pengaruh ketiga variabel terhadap hold up material yaitu pada suhu 18.9 °C, tinggi inert 17.4 cm, serta konsentrasi 1.17 %, menghasilkan hold up material yang tertinggi. Hold up material meningkat dengan meningkatnya tinggi partikel inert. Dengan meningkatnya tinggi partikel inert menyebabkan kualitas fluidisasi antara partikel inert menjadi lebih rendah dan kemungkinan tumbukan antara partikel pun menjadi berkurang sehingga lapisan kering lebih sulit terlepas dari partikel inert. Oleh karena itu, massa material yang tertinggal pada partikel menjadi lebih besar. Sebagai akibatnya, hold up material meningkat dengan meningkatnya tinggi partikel inert.



Gbr 2. Grafik pareto pengaruh kondisi operasi terhadap hold-up material

3.4 Pengaruh Kondisi Operasi terhadap Flowabilitas



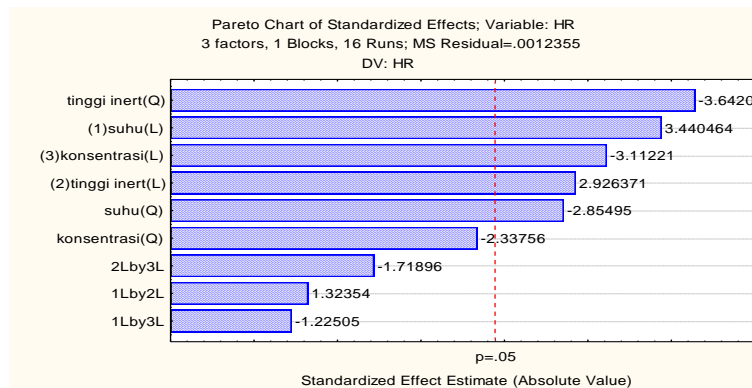
Gbr 3. Grafik pareto pengaruh kondisi operasi terhadap harga Carr Index

Gbr 3 menunjukkan bahwa variabel yang paling berpengaruh terhadap flowabilitas adalah tinggi partikel inert. Titik kritis pengaruh ketiga variabel terhadap flowabilitas yaitu pada suhu 69.2°C, tinggi inert 14 cm, serta konsentrasi 19.3%, menghasilkan bilangan CI = 20 yang berarti flowabilitas masih baik, karena flowabilitas baik berada pada range CI= 15-20. Sedangkan untuk CI < 15 berarti flowabilitas sangat baik. Untuk konsentrasi yang sama, semakin sedikit partikel inert maka nilai CI semakin rendah (< 15). Hal ini dikarenakan, pada laju alir udara yang sama, maka semakin sedikit partikel inert maka fluidisasi semakin baik sehingga gesekan antar inert semakin baik. Gesekan ini mengakibatkan bubuk kopi yang menempel pada inert semakin hancur dan butirannya makin halus sehingga menghasilkan bubuk yang mudah mengalir (flowabilitas bagus).

3.5 Pengaruh Kondisi Operasi terhadap Kohesivitas

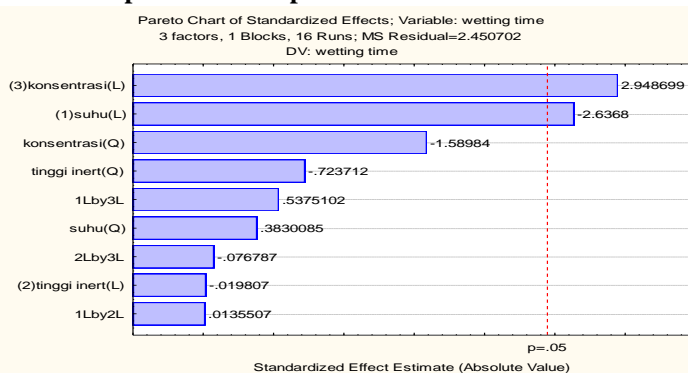
Gbr 4 menunjukkan bahwa variabel yang paling berpengaruh terhadap kohesivitas adalah tinggi partikel inert (kuadrat). Titik kritis pengaruh ketiga variabel terhadap kohesivitas yaitu pada suhu 69.6°C, tinggi inert 14 cm, serta konsentrasi 18.6%, menghasilkan bilangan HR = 1.2 yang berarti memiliki kohesivitas sedang. Semakin rendah kohesivitas, maka kualitas produk semakin baik, karena daya tarik/ikat antar partikel sejenis semakin rendah, sehingga bubuk akan mudah larut. Semakin sedikit partikel inert maka bilangan HR semakin rendah. Hal ini dikarenakan semakin banyak partikel inert pada laju alir udara yang sama, maka fluidisasi semakin jelek, sehingga

gesekan antar partikel inert kurang dan menyebabkan kopi yang menempel pada inert membentuk gumpalan lebih besar. Dengan kata lain gaya tarik menarik bahan sejenis semakin kuat (kohesivitas tinggi).



Gbr 4. Grafik pareto pengaruh kondisi operasi terhadap harga Hausner Ratio

3.6 Pengaruh Kondisi Operasi terhadap Wettabilitas



Gbr 5. Grafik pareto pengaruh kondisi operasi terhadap wettabilitas

Gambar 5 menunjukkan bahwa variabel yang paling berpengaruh terhadap waktu pembasahan adalah konsentrasi larutan umpan. Titik kritis pengaruh ketiga variabel terhadap wettabilitas yaitu pada suhu 79.9°C, tinggi inert 9.7 cm, serta konsentrasi 41.3%, menghasilkan wetting time = 30 sekon yang berarti wettabilitas tinggi. Untuk tinggi partikel inert yang sama, semakin tinggi konsentrasi larutan umpan maka waktu pembasahan semakin lama yang berarti wettabilitas semakin tinggi. Hal ini dikarenakan, makin tinggi konsentrasi, maka butiran serbuk kopi makin besar sehingga waktu pembasahan juga makin lama. Butiran serbuk kopi makin besar diakibatkan oleh tingkat kekentalan larutan (konsentrasi larutan). Semakin kental larutan maka kohesivitas makin besar sehingga butiran yang dihasilkan makin besar dan waktu pembasahan semakin lama. Berdasarkan analisa hasil penelitian, dapat diketahui bahwa untuk mencapai operasi pengeringan yang paling baik maka kondisi operasi optimum yang dibutuhkan meliputi suhu udara pengering masuk sebesar 40°C, tinggi partikel inert 5 cm, serta konsentrasi larutan umpan sebesar 20% berat.

4. Kesimpulan

Teknologi pengering untuk menghasilkan produk kopi instan yang berkualitas merupakan metode yang sederhana dan mudah dilakukan. Meningkatnya tinggi partikel inert meningkatkan hold up material, meningkatnya suhu unggun menurunkan hold up material, meningkatnya konsentrasi larutan umpan cenderung menurunkan hold up material. Bubuk kopi instan kering memiliki flowabilitas yang sangat baik, kohesivitas rendah, serta waktu pembasahan yang relatif cepat. Kondisi operasi optimum meliputi suhu udara pengering masuk sebesar 40°C, tinggi partikel inert 5 cm, serta konsentrasi larutan umpan sebesar 20% berat untuk mencapai operasi pengeringan yang paling baik.

Daftar Notasi

- M = massa, kg
- V_{PE} = volume petroleum eter, L
- CI = Carr Index, -
- HR = Hausner Ratio, -
- ρ = densitas

Daftar Pustaka

- A/S Niro Atomizer, Copenhagen, Denmark (1978^a). *Determination of wettability*. In I. H. Sørensen, J. Krag, J. Pisecky, & V. Westergaard (Eds.), *Analytical methods for dry milk products* (4th ed., pp. 26–27). Copenhagen: De Forenede Trykkerier A/S.
- A/S Niro Atomizer, Copenhagen, Denmark (1978^b). *Determination of dispersibility*. In I. H. Sørensen, J. Krag, J. Pisecky, & V. Westergaard (Eds.), *Analytical methods for dry milk products* (4th ed., pp. 32–33). Copenhagen: De Forenede Trykkerier A/S.
- A/S Niro Atomizer, Copenhagen, Denmark (1978^c). *Determination of particle density, content of occluded air and interstitial air*. In I. H. Sørensen, J. Krag, J. Pisecky, & V. Westergaard (Eds.), *Analytical methods for dry milk products* (4th ed., pp. 52–53). Copenhagen: De Forenede Trykkerier A/S.
- AOAC (2000). *Official methods of analysis* (17thed.). Gaithersburg, MD, USA: Association of Official Analytical Chemists.
- Cabral, R.A.F., J. Telis-Romero, V.R.N. Telis, A.L. Gabas, J.R.D. Finzer, 2007, *Effect of apparent viscosity on fluidized bed drying process parameters of guava pulp*, *Journal of Food Engineering* 80, 1096–1106
- Hausner, H. H. (1967). *Friction conditions in a mass of metal powder*. *International Journal of Powder Metallurgy*, 3, 7–13.
- Jinapong N, Manop Suphantharika, Pimon Jammong, 2008, *Production of instant soymilk powders by ultrafiltration, spray drying and fluidized bed agglomeration*, *Journal of Food Engineering* 84, 194–205
- Kudra, T. and Mujumdar, A.S.M. 1995. *Special drying techniques and novel dryers*. pp. 1087–1149. In: *Handbook of Industrial Drying*, A.S. Mujumdar (Ed.). Marcel Dekker Inc. NY.
- Martinez, O.L.A.; Brennam, J.G.; Nirajan, K. 1996, *Study on Drying of Food in a Spouted Bed with Inert Particles*. *Proceedings of the 1st IberoAmerican Food Congress*, 72–81
- Medeiros, M. F. D.; S. C. S. Rocha; O. L. S. Alsina^c; C. E. M. Jerônimo; U. K. L. Medeiros; A. L. M. L. da Mata, 2002, *Drying of Pulps of Tropical Fruits in Spouted Bed: Effect of Composition on Dryer Performance*, *Drying Technology*, Volume 20, Issue 4 & 5, pages 855 – 881
- Mujumdar, A.S. Ed., 1995, *Handbook of Industrial Drying*; Marcel Dekker, Inc.: New York.
- Pan, Y. K., J. G. Li, L. J. Zhao, W. H. Ye, A. S. Mujumdar, and T. Kudra, 2001, *Performance Characteristics of The Vibrated FluidBed of Inert Particles for Drying of Liquid Feeds*, *Drying Technology*, 19(8), 2003–2018
- Schneider, T.; Bridgwater, J., 1993, *The Stability of Wet Spouted Beds*. *Drying Technology*, 2(2), 277–301
- US Patent 4608203, 1986, *Process for producing soybean protein powder using a fluidized bed*,
- <http://www.kompas.com/read/xml/2008/03/19/1102529/produksi.kopi.indonesia.masih.posisi.empat.dunia>, tanggal 1 September 2009 *Produksi Kopi Indonesia Masih Posisi Empat Dunia*
- Nutrition Analyser_Be Fit and Stay Healthy,2002-2004