

## POTENSI KULIT JERUK SEBAGAI BAHAN OBAT

**Iceu Agustinisari dan Ermi Sukasih**

Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian

### ABSTRAK

Limbah hasil pengolahan jeruk adalah berupa kulit, pulp (ampas) dan biji. Jumlahnya dapat mencapai 40-50% dengan residu terbanyak biasanya berupa kulit dengan jumlah hampir seperempat dari massa buah. Dari kulit jeruk dapat diekstraksi minyak kulit jeruk yang mengandung beragam komponen sebagai bahan antimikroba dan antikanker. Komponen yang umumnya terkandung dalam minyak kulit jeruk adalah limonen, mirsen, linalool, oktanal, decanal, sitronelal, neral, geranial, valensin, dan sinensial. Minyak kulit jeruk diketahui mempunyai efektifitas terhadap bakteri seperti *Bacillus cereus*, *B. coagulans*, *B. subtilis*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* dan *Staphylococcus aureus*. Senyawa d-limonen yang terkandung lebih dari 90% dalam minyak kulit jeruk menunjukkan aktivitas kemopreventif terhadap beberapa jenis kanker. Kandungan senyawa total polifenol dan flavonoid yang terdapat dalam kulit jeruk juga potensial sebagai antioksidan yang dapat digunakan untuk keperluan industri pangan maupun obat-obatan.

**Kata kunci** : kulit jeruk, antimikroba, antikanker, antioksidan

### PENDAHULUAN

Produksi jeruk cenderung meningkat dari tahun ke tahun. Tahun 2003 produksi jeruk siam mencapai 1.441.680 ton. Jumlah ini ketiga terbanyak setelah pisang dan mangga. Menurut Direktorat Jendral Hortikultura (2004) jeruk termasuk komoditas unggulan, yang tentunya pengembangan produksi dan penanganannya mendapat perhatian lebih dari pemerintah. Jumlah yang berlimpah tentunya akan mendorong terbentuknya industri pengolahan sebagai upaya pemanfaatan jeruk setelah konsumsi segarnya terpenuhi. Saat ini telah mulai dirintis usaha-usaha kecil menengah pengolahan jus jeruk di beberapa daerah penghasil jeruk, salah satunya di Citrus Center, Tebas, Kalimantan Barat.

Industri pengolahan pangan menyisakan limbah yang memerlukan penanganan khusus. Penanganan limbah tidak saja untuk mencegah terjadinya pencemaran lingkungan sekitar tetapi lebih jauh lagi adalah untuk mengoptimalkan seluruh potensi yang ada dalam bahan mentah tersebut sehingga dapat menjadi nilai tambah yang meningkatkan pendapatan. Limbah hasil pengolahan jeruk adalah berupa kulit, pulp (ampas) dan biji. Jumlah limbah pengolahan jeruk ini dapat mencapai 40%. Beberapa penelitian mengungkapkan bahwa pulp jeruk dapat dimanfaatkan sebagai *dietary fiber*. Demikian pula halnya dengan kulit jeruk, terutama bagian albedonya. Selain itu, dapat pula dimanfaatkan untuk membuat pektin, flavor dan keperluan non pangan seperti pakan ternak dan pupuk (Nikolic *et al.*, 1986; Famyima dan Ough, 1982). Penelitian lain mengungkapkan potensi komponen atsiri kulit jeruk. Dari kulit jeruk dapat diekstraksi minyak kulit jeruk yang mengandung beragam komponen yang bermanfaat sebagai bahan pembasmi larva nyamuk, antimikroba dan insektisida (Pedro, 1996 dalam Mishra *et al.*, 2005). dan untuk keperluan

aromaterapi. Potensi lain yang telah diteliti oleh Gorinstein *et al.* (2001) dan Anagnostopolou *et al.* (2006) yaitu kandungan total polifenol yang terdapat di dalamnya, sehingga dapat digunakan sebagai antioksidan dalam pangan maupun obat-obatan. Makalah ini berisi pemaparan mengenai potensi kulit jeruk dan minyak kulit jeruk sebagai antioksidan, antimikroba dan antitumor yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan obat.

### KOMPONEN ATSIRI DALAM KULIT JERUK

Kulit jeruk mengandung atsiri yang terdiri dari komponen seperti terpen, sesquiterpen, aldehida, ester dan sterol. Kulit jeruk ini dapat diekstrak untuk mendapatkan minyak kulit jeruk. Adapun komponen yang terkandung dalam minyak kulit jeruk umumnya adalah limonen (94%), mirsen (2%), linalol (0,5%), oktanal (0,5%), dekanal (0,4%), sitronelal (0,1%), neral (0,1%), geranial (0,1%), valensen (0,05%), sinnsial (0,02%) dan sinensial (0,01%) (Anon, 2007). Komposisi minyak kulit jeruk berbeda-beda tergantung jenis jeruk dan ini sangat mempengaruhi aroma dan flavor yang dihasilkan. Sebagaimana halnya yang didapat dari hasil penelitian Njoroge *et al.* (2005) terhadap konstituen volatil yang terkandung dalam minyak esensial dari kulit jeruk Redblush Grapefruit (*Citrus paradisi*) dan Pummelo (*Citrus grandis*). Komponen volatil yang terdapat dalam dua jenis jeruk tersebut berturut-turut adalah limonen (91,1% dan 94,8%), terpinen (1,3 dan 1,8%) dan pinen (0,5%) sebagai komponen utama. Komponen lainnya adalah sesquiterpen hidrokarbon sebanyak 0,4% dalam setiap jenis minyak, caryophyllene, cubebene dan (E,E) – farnesene. Selain itu terdapat pula komponen karbonil (2,0 dan 1,3%), alkohol (1,4 dan 0,3%) dan ester (0,7 dan 0,4%), heptil asetat, oktanal, dekanal, citronellal dan (Z)-carvone (0,1-0,5%). Komponen Perillene, (E)-carveol dan perrilyl asetat hanya terdapat di jeruk jenis redblush grapefruit. Terdeteksi pula adanya komponen nootkatone, sinensial, methyl-N-methylantranilate dan (Z,E)-farnesol yang terkandung dalam dua jenis jeruk tersebut.

Konstituen terbanyak dalam minyak kulit jeruk adalah d-limonen yang merupakan terpen monosiklik. Formula kimia senyawa ini adalah  $C_{10}H_{16}$  dengan nama kimia (4R)-(+)-4-isopropenyl-1-methylcyclohexene. d- Limonen dapat diperoleh dari limbah jeruk dan dari minyak yang didapat dari proses press dingin (*cold press oil*) ((Goodrich and Braddock, 2006).

### EKSTRAKSI MINYAK KULIT JERUK

Untuk ekstraksi minyak kulit jeruk secara sederhana diperlukan bahan-bahan berupa kulit jeruk, larutan  $NaHCO_3$  5% dan  $Na_2SO_4$  anhidrat. Sedangkan peralatan yang diperlukan adalah perajang berupa pisau atau mesin perajang untuk kapasitas besar, pemeras kulit jeruk untuk menurunkan kadar air berupa pemeras berulir dan pemeras hidrolik, sentrifus untuk memisahkan fraksi air dan minyak hasil pemerasan kulit jeruk dan botol dekantasi untuk memisahkan fraksi minyak dan air pada emulsi. Cara pembuatannya adalah sebagai berikut :

- Pelunakan kulit jeruk dengan cara merendam kulit jeruk bersih dalam larutan  $\text{NaHCO}_3$  5% selama 10-14 jam. Satu kilogram kulit jeruk direndam dalam 1 liter larutan.
- Perajangan kulit jeruk dilakukan setelah perendaman. Ukuran rajangan 0,3-0,5 cm
- Rajangan kulit jeruk dibungkus dengan kain blacu tebal kemudian diperas dengan alat pres berulir atau pres hidrolis. Tekanan yang digunakan bertahap mulai dari 200 kg per  $\text{cm}^2$  hingga 400 kg per  $\text{cm}^2$ . Selama proses pemerasan dilakukan penyemprotan dengan air dingin. Pemerasan dilakukan sebanyak dua kali. Hasil yang diperoleh disebut emulsi minyak.
- Emulsi minyak tersebut dimasukkan ke dalam botol dekantasi dan disimpan dalam lemari pendingin ( $4-7^\circ\text{C}$ ) selama 10-24 jam. Fraksi air yang berada pada bagian bawah dibuang dengan cara membuka kran pengeluaran sampai semua fraksi air mengalir keluar.
- Fraksi minyak yang tertinggal di botol dekantasi dipindahkan ke botol sentrifus. Sentrifugasi dilakukan pada kecepatan 4000-6000 rpm selama 15 menit. Sisa fraksi air akan berada di bagian bawah dan fraksi minyak di bagian atas botol sentrifus. Fraksi minyak ini disebut sebagai minyak kulit jeruk.
- Untuk mengikat air dalam minyak kulit jeruk yang tidak dapat dipisahkan dengan cara dekantasi dan sentrifugasi dilakukan penambahan  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  anhidrat. Setiap liter minyak diberi 1-3 g  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  anhidrat kemudian diaduk. Selanjutnya dilakukan penyaringan untuk mendapatkan minyak kulit jeruknya.
- Untuk menghindari oksidasi, minyak kulit jeruk disimpan dalam botol kaca berwarna gelap yang tertutup rapat dan pada tempat yang sejuk (<http://www.ristek.go.id>).

Industri-industri besar mengekstrak minyak esensial ini secara terpisah ataupun selama proses ekstraksi jus. Jus ekstraktor yang biasa digunakan dalam hal ini adalah FMC dan Brown Citrus System. Proses yang terjadi dengan dua jenis alat tersebut menghasilkan emulsi minyak-air yang membutuhkan dua tahap proses sentrifugasi, *desludging*, kemudian *polishing*. Proses komersial ini dapat menghasilkan sekitar 65 sampai 75% minyak dari buah jeruk (Goodrich dan Braddock, 2006).

Untuk meningkatkan rendemen minyak kulit jeruk yang dihasilkan, telah dilakukan penelitian penggunaan enzim sebagai perlakuan awal terhadap kulit jeruk, sebelum perlakuan ekstraksi dengan metode hidrodestilasi maupun *cold pressing*. Rendemen minyak kulit jeruk yang dihasilkan dengan metode ini meningkat sampai 0,2% (Mishra *et al.*, 2007).

## **MINYAK KULIT JERUK SEBAGAI ANTIMIKROBA DAN ANTITUMOR**

Seperti halnya minyak atsiri lainnya, minyak kulit jerukpun juga berpotensi dijadikan sebagai anti mikroba. Hasil penelitian Negi dan Jayaprakasha (2001), menunjukkan bahwa minyak kulit jeruk yang diekstrak dari kulit jeruk dari varietas *Citrus paradisi* mempunyai efektifitas terhadap bakteri seperti *Bacillus cereus*, *B. coagulans*, *B. Subtilis*, *Eschericia coli*, *Pseudomonas*

*aeruginosa* dan *Staphylococcus aureus*. Selanjutnya dilaporkan bahwa efek penghambatan terhadap bakteri Gram positif adalah lebih besar daripada Gram negative. Nilai MIC (*minimum inhibitory concentration*) untuk bakteri Gram negative berkisar antara 250 s/d 3000 µg/ml, sementara untuk Gram positif 400 s/d 5000 µg/ml. Perbedaan sensitivitas bakteri terhadap sensitivitas bakteri dilaporkan karena perbedaan komposisi dinding sel. Dinding sel bakteri Gram positif mengandung peptidoglikan yang sangat efektif untuk menghalang masuknya senyawa antimikroba ke dalam sel, sedangkan dinding sel bakteri Gram negatif terdiri dari fosfolipid yang bersifat kurang selektif.

Sementara dilaporkan senyawa polifenol yang diekstrak dari beberapa tanaman salah satunya adalah dari kulit jeruk juga menunjukkan efektifitas pada beberapa jenis bakteri seperti pada *Bacillus*, *Clostridium*, *Staphylococcus*, *E. Coli* dan lain-lain. Sampai saat ini hubungan antara struktur polyphenol dan aktivitas antibacterial belum begitu jelas namun diduga berhubungan dengan adanya senyawa 3,4,5-trihydroxyphenyl group atau kelompok pyrogallol (Taguri *et al.*, 2006).

Berbeda dengan penelitian yang dilakukan oleh Kadota *et al.* (2004), minyak kulit jeruk yang diekstrak dari *Citrus natsudaidai* mempunyai indikasi dalam menghambat pertumbuhan sel tumor secara *in vitro* pada hewan percobaan tikus. Minyak kulit jeruk dienkapsulasi dalam liposome hybrid yang terdiri dari L- $\alpha$ -dimyristoylphosphatidylcholine dan polyoxyethylene sorbitan monolaurate. Efek penghambatan yang lebih besar terjadi pada minyak yang diekstrak dengan larutan dengan tingkat kepolaran rendah sementara minyak yang diekstrak dengan pelarut dengan tingkat kepolaran tinggi tidak menunjukkan indikasi sebagai antitumor (Kadota *et al.*, 2004). Berkaitan dengan hal ini, Higashimoto *et al.* (1998) dalam hasil penelitiannya menyatakan bahwa aktivitas pengurangan mutagenisitas yang dihasilkan per satuan berat kulit jeruk lebih tinggi daripada jus jeruknya. Hal ini disinyalir karena perbedaan dua komponen utama yang diduga paling berpengaruh yaitu vitamin C dan komponen bioaktif. Kandungan vitamin C dan komponen aktif seperti d-limonen, hesperidin, naringin dan auraptane dalam kulit jeruk ternyata lebih tinggi daripada dalam jus maupun pulpnya.

Senyawa d-limonen yang terkandung lebih dari 90% dalam minyak kulit jeruk menunjukkan aktivitas kemopreventif terhadap tikus penderita kanker yang diinduksi dengan berbagai macam bahan kimia (Elson *et al.*, 1988; Maltzman *et al.*, 1989; Giri *et al.*, 1999; Wattenberg dan Coccia, 1991; Yano *et al.*, 1999 dalam Hakim dan Harris, 2001). Hasil penelitian ini didukung oleh penelitian yang menunjukkan pengaruh kulit jeruk terhadap penurunan resiko kanker kulit *Squamous Cell Carcinoma* (Hakim dan Harris, 2001).

Aktivitas antibakteri yang dimiliki oleh minyak kulit jeruk membuat minyak esensial ini memiliki pengaruh terhadap luka (Hiruma-Lima *et al.*, 2002 dalam Mizrahi *et al.*, 2004). Selain bersifat antibakteri, minyak jeruk juga memiliki fungsi anestetik sehingga dapat digunakan sebagai bahan obat. Gallati *et al.* (1994) dalam Mizrahi *et al.* (2004) menggunakan hesperidin yang diperoleh dari kulit jeruk sebagai bahan dalam pembuatan obat antiinflamasi dan analgesik.

Dengan sifat-sifatnya tersebut, Mizrahi *et al.* (2004) membuat tablet *mucoadhesive* untuk mengurangi rasa sakit dan menyembuhkan sariawan dengan minyak jeruk sebagai salah satu bahan aktifnya. Pengujian secara klinis memperlihatkan bahwa tablet menempel dengan baik pada jaringan mukosa dan secara bertahap selama 8 jam melepaskan minyak jeruk, sementara magnesium dilepaskan setiap dua jam. Tablet yang berisi bahan aktif minyak jeruk lebih efektif dalam mengurangi rasa sakit dan mempercepat penyembuhan.

### ANTIOKSIDAN DALAM KULIT JERUK

Radikal bebas dapat menginisiasi terjadinya kerusakan pada molekul-molekul organik yang pada akhirnya mempercepat proses penuaan maupun gangguan kesehatan seperti kanker dan jantung. Salah satu upaya untuk menghambat aktivitas radikal bebas yang tidak dapat dihindari adalah dengan mengkonsumsi makanan ataupun suplemen yang mengandung antioksidan. Antioksidan dapat menghentikan reaksi radikal bebas secara *in vivo* yang dapat merusak molekul esensial seperti asam nukleat dan protein (Saez *et al.*, 1994 dalam Anagnostopolou *et al.*, 2006).

Aktivitas antioksidan dimiliki oleh komponen fenolik, terutama flavonoid yang terkandung di banyak sayuran dan buah-buahan serta bahan pangan lainnya. Beberapa penelitian membuktikan bahwa limbah hasil pengolahan jeruk pun merupakan sumber flavonoid yang potensial, terlebih di bagian kulit (Manthley dan Grohman, 2001). Jenis flavonoid yang banyak ditemukan dalam jeruk adalah hesperidin, narirutin, naringin dan eriocitrin (Scieber *et al.*, 2001). Sedangkan yang banyak terkandung dalam kulit dan residu padatan lainnya dari limbah jeruk adalah hesperidin dan eriocitrin (Coll *et al.*, 1998 dalam Fernandez-Lopez *et al.*, 2004). Berkenaan dengan kemampuannya sebagai antioksidan, diantaranya efek antiperoksidasinya flavonoid juga dapat berperan sebagai agen antikarsinogenik dan antiinflamatori.

Selain flavonoid, asam askorbat atau vitamin C merupakan antioksidan yang potensial (Marin *et al.* 2003). Vitamin C berpengaruh terhadap kesehatan seperti membantu penyerapan zat besi dan berperan dalam metabolisme asam amino (Buettner, 1993 dalam Fernandez-Lopez *et al.*, 2004).

Hasil penelitian Gorinstein *et al.* (2001) menyebutkan bahwa ekstrak kulit jeruk diketahui mempunyai potensi antioksidatif terhadap TRAP (*Total Radical Antioxidative Potential*). Lebih lanjut diungkapkan bahwa kandungan total polifenol dan vitamin C pada kulit jeruk lebih tinggi daripada buah jeruk yang telah dikupas (Tabel 1).

Tabel 1. Perbandingan kandungan total polifenol dan vitamin C pada kulit dan buah jeruk kupas

Sampel	Total polifenol (mg/100g)	Vitamin C (mg/100g)
Lemon tanpa kulit	164 ± 10,3	47,9 ± 4,7
Kulit lemon	190 ± 10,6	59,8 ± 5,4
Orange tanpa kulit	154 ± 10,2	47,7 ± 4,9
Kulit orange	179 ± 10,5	59,6 ± 5,2
Grape fruit tanpa kulit	135 ± 10,1	35,1 ± 3,5
Kulit Grapefruit	155 ± 10,3	43,8 ± 4,1

Gorinstein *et al.* (2001)

Fenomena yang sama tampak pula pada hasil yang diperoleh oleh Gorinstein *et al.* (2003) pada jeruk jenis Jaffa Sweety yang dibandingkan dengan jeruk jenis grapefruit. Senyawa polifenol pada kulit jenis jeruk jaffa sweety dan grapefruit ( $273,1 \pm 4,9$  dan  $246,2 \pm 4,2$ ) lebih tinggi daripada buah tanpa kulitnya ( $103,1 \pm 4,2$  dan  $83,2 \pm 3,8$ ). Demikian pula halnya dengan kandungan flavonoid pada kulit ( $92,5 \pm 1,9$  dan  $91,4 \pm 1,3$ ) jauh lebih tinggi daripada buah tanpa kulit keduanya ( $16,4 \pm 0,7$  dan  $14,38 \pm 0,8$ ). Komponen polifenol yang banyak terdapat pada buah jeruk adalah *ferulic*, *sinapic*, dan *p-coumaric*, sedangkan yang terendah adalah *cafeic acid*. Sementara itu, jenis flavonoid yang berlimpah jumlahnya adalah naringin. Dengan komponen polifenol dan flavonoid yang dimilikinya, kedua jenis jeruk tersebut, terutama jenis jaffa sweety mempunyai sifat antioksidatif yang potensial. Hal ini dibuktikan juga dengan eksperimen secara oral terhadap tikus, diperoleh hasil diet dengan suplemen jeruk tersebut dapat meningkatkan potensi antioksidatif plasma dan meningkatkan metabolisme lemak, terutama pada tikus yang diberi tambahan kolesterol.

Sementara itu, hasil penelitian lain menunjukkan bahwa fraksi etil asetat dari kulit jeruk jenis navel (*Citrus sinensis*) memiliki aktivitas menangkap radikal bebas yang paling baik dan signifikan dibanding fraksi lainnya dan mendekati aktivitas tiga jenis standar yang digunakan dalam penelitian tersebut yaitu asam askorbat, trolox dan quercetin. Dari penelitian ini Anagnostopoulou *et al.* (2004) menyimpulkan bahwa antioksidan dari kulit jeruk ini dapat digunakan untuk keperluan pangan maupun obat-obatan. Penelitian serupa juga pernah dilakukan untuk membandingkan sifat antioksidatif yang dimiliki oleh serat jeruk nipis dan jeruk orange dengan antioksidan komersial  $\alpha$ -tocoferol dan BHA (Larrauri *et al.*, 1996). Kulit jeruk dari jenis jeruk yang berbeda mempunyai aktivitas antioksidan yang berbeda. Hal ini kemungkinan berkaitan dengan kadar dan jenis senyawa fenolik yang berbeda-beda dalam tiap jenis jeruk sebagaimana yang telah disebutkan di atas.

### IMPLIKASI

Melihat potensi yang terdapat dalam kulit jeruk yang demikian besarnya kita dapat berharap ke depan penanganan limbah dapat dikelola secara serius

untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku industri farmasi. Pengolahan limbah pertanian khususnya kulit jeruk ini seyogyanya merupakan kesatuan dan mitra dari agroindustri pengolahan jeruk. Hal ini tentunya akan menjadi kabar gembira bagi industri obat-obatan terutama yang masih mengimpor bahan baku.

Informasi ini diharapkan mampu mendorong para peneliti khususnya di Indonesia untuk melakukan penelitian yang berkaitan dengan potensi dan pemanfaatan *by product* dari pengolahan pangan, mengingat kebanyakan informasi tersebut merupakan hasil penelitian di luar negeri.

### KESIMPULAN

Minyak Kulit jeruk mempunyai senyawa aktif dengan komponen terbesar adalah limonen yaitu sebesar 94%. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan minyak kulit jeruk berindikasi sebagai senyawa antimikroba khususnya terhadap bakteri, anti tumor dan anti oksidan. Potensi yang dimiliki tersebut sangat menjanjikan minyak kulit jeruk dijadikan sebagai bahan baku obat-obatan.

### DAFTAR PUSTAKA

- Anagnostopoulou MA, Kefalas P, Papageorgiou VP, Assimopolou AN, Boskou D., 2006. Radical scavenging activity of various extracts and fractions of sweet orange peel (*Citrus sinensis*). Food Chemistry 94 : 19-25.
- Anonymous, 2007. <http://opensource.opencrack.or.id/index.php>. Akses tanggal 24 Juli 2007.
- Direktorat Jendral Bina Produksi Hortikultura, 2004. Produksi, Luas Panen dan Produktivitas Buah-buahan, Sayuran, Tanaman Hias dan Tanaman Obat Tahun 2003. Departemen Pertanian, Jakarta.
- Famyima O and Ough C., 1982. Grape pomace:possibilities as animal feed. American Journal of Enology and Viticulture, 33 : 44 - 46.
- Fernandez-Lopez JM, Fernandez Gines JM, Aleson-Carbonell I, Sendra E, Sayas-Barbera E and Perez-Alvarez JA. 2004. Application of functional citrus by-products to meat products. Trends in Food Science and Technologies 15:176-185.
- Gorinstein S, Martin-Belloso O, Park Y, Harvenkit R, Lojek A, Ciz M., 2001. Comparison of some biochemical characteristic of different citrus fruit. Food Chemistry 74 : 309 – 315.
- Gorinstein S, Yamamoto K, Katrich E, Leontowicz H, Lojek A, Leontowicz M, Ciz M, Goshev I, Shalev U and Trakhtenberg S., 2003. Antioxidative properties of Jaffa Sweeties and Grapefruits and their influences on lipid metabolism and plasma antioxidative potential in rats. Biosci. Biotechnol. Biochem. 67 (4) : 907 - 910.

- Hakim IA. dan Harris RB., 2001. Joint effects of citrus peel use and black tea intake on the risk of squamous cell carcinoma of the skin. BMC Dermatology 1:3. <http://www.biomedcentral.com/1471-5945/1/3>.
- Kadota Y, Chico T, Shigeo M, Shinjiro Y, Shintaro F, Masayoshi I, Koichi G, Yoko M and R Ueoka, 2004. Inhibitory effects of extracts from peels of Citrus natsudaidai encapsulated in hybrid liposomes on the growth of tumor cells invitro. Biol. Pharm. Bull. 27 (9) : 1465 - 1467.
- Larrauri JA, Ruperez P, Bravo L and Saura-Calixto F., 1996. High dietary fibre powders from orange and lime peels: associated polyphenols and antioxidant capacity. Food Research International 29 (8) : 757 - 762.
- Manthley JA and Grohman K., 2001. Phenols in citrus peel by-products. Concentration of hydroxycinnamates and polymethoxylated flavones in citrus peel mollasses. J. Of Agric and Food Chem, 49 : 3268 - 3273.
- Marin FR, Martinez M, Uribesalgo T, Castillo S and Frutos MJ., 2003. Changes in nutraceutical composition of lemon juices according to different industrial extraction system. Food Chem 78 : 319 – 324.
- Mishra D, Shukla AK., Dixit AK and Sigh K., 2005. Aqueous enzymatic extraction of oil from Mandarin peels. J.of Oleo Science 54 (6) : 355 - 359.
- Mizrahi B, Golenser J, Wolnerman JS, Domb AJ., 2004. Adhesive tablet effective for treating canker sores in human. J. of Pharmaceutical Sciences 93 (12) : 2927 – 2935.
- Negi PS and Jayaprakasha GK., 2001. Antibacterial activity of grapefruit (*Citrus paradise*) peel extracts. Eur Foof Res Technol (213) : 484 – 487.
- Njoroge SM, Koaze H, Karanja PN, Sawamura M., 2005. Volatile constituent of redblush Grapefruit (*Citrus paradisi*) and Pummelo (*Citrus grandis*) peel essential oils from Kenya. J. Agric. Food. Chem, 53 (25) : 9790 – 9794.
- Schieber A, Stintzing FC and Carle R., 2001. By-products of plant food processing as a source of functional compounds-recent development. Trends in Food Science and Technology 12 : 401 - 413.
- Taguri T, Takashi T and Kouno I., 2006. Antibacterial spectrum of plant polyphenols and extracts depending upon hydroxyphenyl structure. Biol. Pharm. Bull. 29 (11) : 2226 - 2235.