

MIKROENKAPSULASI CAMPURAN EKSTRAK KULIT DAN BUAH JERUK NIPIS (*Citrus aurantifolia* SWINGLE.) SERTA APLIKASINYA PADA TEH CELUP

(MICROENCAPSULATION OF LIME'S (*Citrus aurantifolia* SWING- GLE.) PEEL EXTRACT AND JUICE MIXTURE, AND ITS TEA BAG APPLICATION)

Adil B. Ahza¹⁾ dan Asep H. Slamet²⁾

ABSTRACT

The use of such fillers as gum arabic, dextrin, and a gum-arabic:dextrin(GA:D) (1:1) mixture were studied in lime powder making of a 1:1 mixture of lime's peel extract and juice using micro-encapsulation processes. Spray drying technique were chosen as the microencapsulation processes for the lime powder making at different level of fillers (15, 20 and 25 percent). The use of GA:D(1:1) at a concentration of 25% resulted in the best quality lime powder (especially flavor and color), with a low enough pH (around 3.2), relatively short re-hydration time (71.5 second), high solubility (98.61%), high enough vitamin C (118.33 mg/100g) and moisture content of 7.46% (d.b.). When this instant lime powder was used in tea bag application, the concentration of 75% (of the processed tea) produced the best tea drink. The optimum condition for micro-encapsulation process was at pumping rate of 22 ml/min., with inlet temperature of 169-171 °C, outlet temperature of 80-81 °C, and with the aspirator speed and air velocity at the scale of 12 and 700, respectively. The use of 75% this instant lime powder in tea bag application produced the best tea drink.

PENDAHULUAN

Jeruk merupakan tanaman hortikultura tropis yang telah lama dikenal dan digemari sebagai buah dimakan langsung selagi segar dengan cara memeras airnya maupun diolah menjadi berbagai macam produk olahan seperti jus, sirup, tepung konsentrat ataupun bahan penyedap. Jeruk nipis (*Citrus aurantifolia* Swingle) adalah salah satu jenis jeruk-jerukan (*Rutaceae*) yang banyak mengandung air dengan aroma khas sehingga disukai sebagai perasa pada minuman.

Manfaat jeruk nipis bersama dengan jeruk lemon telah diketahui oleh para pelaut Inggris sejak abad ke-18 untuk mencegah apa yang mereka sebut sebagai *sailor diseases* sehingga sering dibawa pada setiap pelayaran mereka (Swisher dan Swisher, 1977). Selain buahnya, kulit jeruk juga sering dimanfaatkan untuk diambil minyaknya. Minyak tersebut terdapat

dalam kantong-kantong minyak yang ada pada bagian *flavedo* kulit buah serta merupakan salah satu pembentuk flavor lemon. Ekstraksi minyak kulit jeruk telah lama dilakukan dengan berbagai metoda, salah satunya dengan cara pengepresan dingin (*cold press*) (Braddock dan Cadwallader, 1992). Komponen flavor jeruk yang telah diidentifikasi meliputi mono dan sesquiterpen hidrokarbon, ester dan golongan flavonoid lainnya (Guenther, 1990).

Penambahan ekstrak flavor kulit jeruk yang kaya dengan minyak atsiri diharapkan akan meningkatkan flavor alami produk sari jeruk hasil mikroenkapsulasi. Mikroenkapsulasi merupakan metode yang sering dipakai pada pembuatan suatu bubuk konsentrat flavor. Mikroenkapsulasi adalah suatu proses penyalutan partikel inti (*core*) yang dapat berbentuk cair, padat atau gas dengan suatu bahan pengisi khusus sehingga partikel-partikel inti tersebut mempunyai sifat fisika dan kimia sesuai dengan yang dikehendaki (Shargel dan Yu, 1988). *Spray drying* adalah

¹⁾ Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi, Fateta-IPB,
Kotak Pos 220, Kampus Darmaga, Bogor 16002
²⁾ Alumni Jurs. TPG - Fateta IPB.

suatu metode yang umum dilakukan di dalam mikroenkapsulasi di industri pangan (Jackson dan Lee, 1991). *Spray drying* kemungkinan merupakan teknik enkapsulasi paling tua dan paling banyak dipakai untuk pembuatan produk kering, bahan tambahan makanan (*food additives*) dan teristimewa flavor. Proses yang dilakukan ekonomis, fleksibel, mudah digunakan dan ditangani (Knightly, 1991).

Penambahan material penyalut diperlukan dalam mikroenkapsulasi untuk menahan dan melindungi komponen-komponen volatil dari kehilangan atau kerusakan kimia selama pengolahan, penyimpanan dan penanganan serta harus bisa melepaskan material inti yang diselaputinya sewaktu dikonsumsi (Kim dan Morr, 1996). Beberapa jenis karbohidrat seperti pati, gum, dekstrin dan yang lainnya juga sering dipakai sebagai bahan penyalut pada mikroenkapsulasi flavor (Morr dan Ha, 1993).

METODOLOGI

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu jeruk nipis (*Citrus aurantifolia* Swingle) yang diperoleh dari PT Inagro Parung, dekstrin, gum arab serta bahan-bahan kimia lainnya untuk analisis sedangkan alat yang digunakan yaitu *spray drier* jenis Buchi minilab *spray drier*, pengepres hidrolik, *shaker*, *homogenizer*, alat perajang dan alat-alat gelas.

Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dalam tiga tahap yaitu penelitian pendahuluan, penelitian utama dan penelitian lanjutan. Penelitian pendahuluan bertujuan untuk memperoleh metode pembuatan serta kondisi *spray drier* yang optimum meliputi suhu pengeringan, kecepatan pompa, kecepatan udara pengering dan kecepatan aspirator. Pada penelitian utama dilakukan pembuatan produk berdasarkan kondisi yang diperoleh dari penelitian pendahuluan. Sedangkan penelitian lanjutan dilakukan untuk mempelajari aplikasi bubuk sari jeruk pada teh celup.

Jeruk nipis yang digunakan disortasi berdasarkan warna, tingkat kematangan dan aromanya terlebih dahulu, kemudian dicuci dengan air mengalir dan ditiriskan. Setelah ditiriskan jeruk kemudian dikupas untuk memisahkan antara kulit dengan daging buahnya, daging buah kemudian dibelah dan diperas atau dipress, untuk memperoleh sari buah yang jernih kemudian disaring. Kulit

jeruk direndam semalam dengan air (1:1) dan NaHCO_3 3%, lalu dirajang dengan alat perajang untuk memperoleh ketebalan rajangan 1,5 mm kemudian dipres dengan alat pengepres hidrolik untuk memperoleh ekstrak kulit jeruk. Hasil pengepresan ditampung di dalam botol dan didiamkan selama semalam untuk memisahkan antara air, pengotor dan minyak kulit jeruk tersebut. Pengotor dibuang dan jus di sentrifuse 4000 rpm selama 15 menit sehingga diperoleh ekstrak kulit jeruk yang jernih.

Sari buah jeruk dengan ekstrak kulit kemudian dicampurkan kembali (1:1) dan ditambah selulosa asetat sebanyak 0,52 gr/ml untuk mengurangi rasa pahit. Setelah itu ditambahkan bahan pengisi dan dihomogenisasi (20.000 rpm, 2 menit) dan dieringankan dengan *spray drier* pada suhu inlet 169-171°C dan suhu outlet 80-81°C, dengan kecepatan pompa pada skala 3 (22 ml/menit), kecepatan aspirator pada skala 12 dan kecepatan aliran udara panas pada skala 700.

Produk hasil mikroenkapsulasi ini dicobakan sebagai bahan perasa pada teh celup. Tingkat penambahan bubuk sari jeruk lemon terenkapsulasi yang diteliti adalah sebesar 50% dan 75% dari berat teh. Untuk mengetahui komposisi terbaik maka produk ini dibandingkan dengan menggunakan standar produk teh celup rasa lemon (*lemon tea*) komersial merek Kepala Djenggot, buatan PT Gunung Subur, Solo.

Metode Analisa

Output dihitung dari bobot keluaran:bobot bahan baku (%). Analisis kadar air (metode oven), kadar vitamin C, kelarutan (metode gravimetri), total asam tertitrasi dan pH dilakukan menurut metode AOAC (1984). Sedangkan analisis waktu rehidrasi dilakukan menurut metode Buechat (1973) dan uji organoleptik menurut prosedur yang disadur Soekarto (1988).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian Pendahuluan

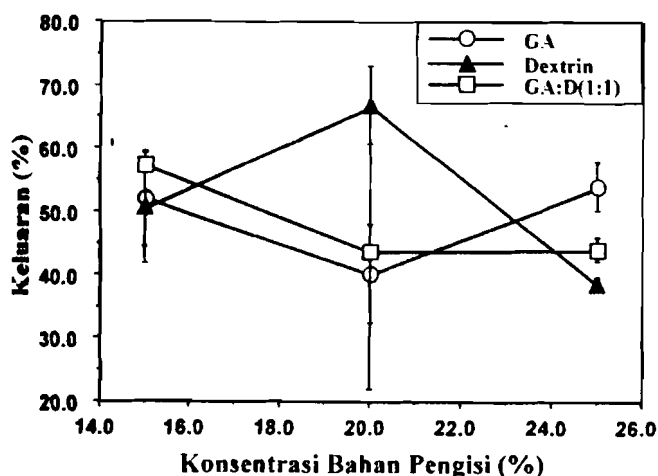
Berdasarkan hasil penelitian pendahuluan metode pembuatan dengan memisahkan antara buah dengan kulit jeruk merupakan metode yang paling baik karena hasil ekstraksi kulit yang diperoleh memiliki flavor yang lebih kuat. Apabila pemisahan tidak dilakukan maka minyak atsiri yang diharapkan tidak akan terekstrak semuanya. Kondisi *spray drier* optimum diperoleh pada

kecepatan pompa 22 ml/menit (skala 3), kecepatan udara pengering pada skala 7, suhu pengeringan 169-171°C (*inlet*) dan 80-81°C (*outlet*).

Penelitian Utama

Output (Keluaran) proses mikroenkapsulasi

Hasil penelitian menunjukkan bahwa output yang diperoleh berkisar antara $38,37 \pm 1,63\%$ sampai dengan $66,88 \pm 8,68\%$. Angka ini adalah *output* proses sekali jalan (dan tertampung di botol penampung), artinya jumlah bahan yang tidak keluar (lengket dalam tabung) sengaja tidak diperhitungkan. Kecenderungan data output proses mikroenkapsulasi dapat dilihat pada Gambar 1.

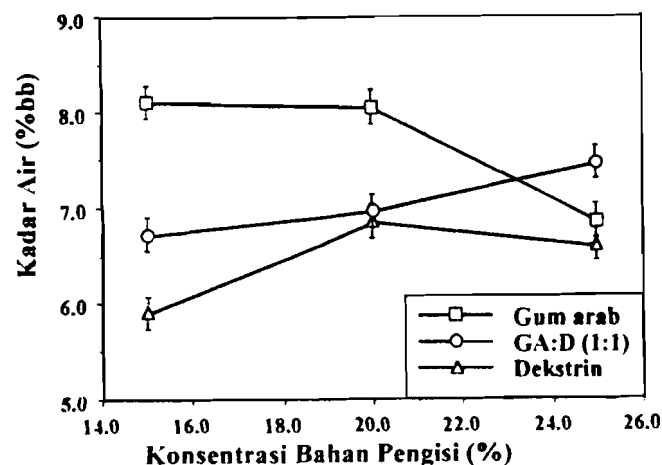


Gambar 1. Pengaruh konsentrasi bahan pengisi terhadap bobot output bubuk sari buah nipis terenkapsulasi (error bar = s.e.)

Sidik ragam data *output* mikroenkapsulasi menunjukkan tidak adanya pengaruh jenis maupun konsentrasi filler (bahan penyalut) yang diteliti serta interaksi antara keduanya terhadap output proses mikroenkapsulasi. Ini berarti bahwa semakin tinggi konsentrasi filler mengakibatkan bahan lebih lengket pada tabung siklon, sehingga bubuk sari jeruk yang diproses cenderung tidak keluar ke tabung penampungan. Selain itu, ketelitian parameter output terlalu rendah, terbukti dari terlalu besarnya keragaman data *output* dari proses *spray drying* (Gambar 1). Oleh karena itu, secara statistik mengakibatkan tidak terpengaruhnya ($p > 0,05$) output oleh konsentrasi dan jenis bahan penyalut atau pengisi yang digunakan.

Kadar Air

Kadar air bubuk sari jeruk nipis hasil mikroenkapsulasi berkisar antara $5,90 \pm 0,22\%$ sampai dengan $8,10 \pm 0,19\%$ (basis kering) dan $5,72 \pm 0,19\%$ sampai dengan $7,79 \pm 0,16\%$ (basis basah), dengan kecenderungan data seperti terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Pengaruh konsentrasi bahan pengisi terhadap kadar air (%b.k.) bubuk sari jeruk nipis terenkapsulasi (error bar = s.e.)

Secara umum dapat dikatakan bahwa semakin banyak bahan pengisi yang ditambahkan kedalam campuran ekstrak kulit dan jeruk nipis menyebabkan kadar air produk hasil mikroenkapsulasi cenderung menurun ($p < 0,01$), kecuali untuk campuran GA:D(1:1) yang cenderung meningkat.

Kecenderungan penurunan kadar air ini diduga karena sewaktu pengeringan, atau proses evaporasi sari jeruk yang mempunyai total padatan tertinggi berlangsung lebih cepat, sehingga untuk kondisi proses yang sama produk bubuk yang dihasilkan memiliki kadar air yang lebih rendah (Masters, 1959). Hal ini sesuai dengan formula pindah panas yaitu : $q = UAT$, dimana semakin luas volume permukaan, proses pengeringan akan semakin cepat.

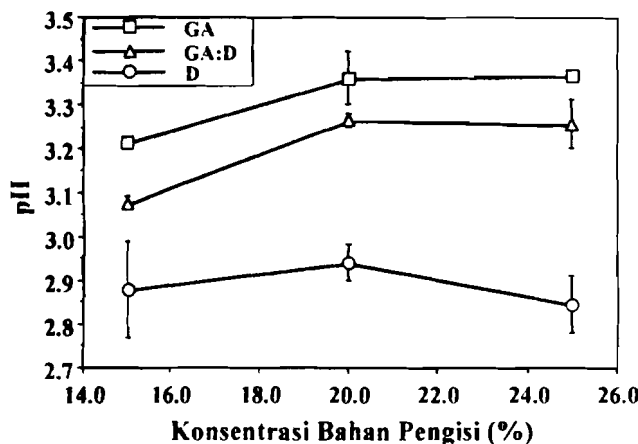
pH

Bubuk sari jeruk nipis yang dihasilkan ternyata memiliki pH yang cukup rendah. Hasil analisis menunjukkan bahwa pH sari jeruk terenkapsulasi berkisar antara $2,88 \pm 0,16$ sampai dengan $3,37 \pm 0,16$. Pada Gambar 3 ditunjukkan tidak adanya pengaruh interaksi ($p > 0,05$) antara jenis bahan pengisi yang digunakan.

Namun demikian, secara individual gum arab dan campuran GA:D(1:1) cenderung meningkatkan pH ($p < 0,01$). Peningkatan pH

bubuk sari jeruk nipis yang nyata tersebut ternyata dihasilkan dari peningkatan kadar bahan pengisi gum arab dan GA:D(1:1) dari 15 % ke 20% saja. Pada peningkatan kadar gum arab dan campuran GA:D(1:1) lebih dari 20 % tidak mengakibatkan peningkatan pH bubuk sari jeruk nipis secara nyata ($p>0,05$).

Kecenderungan peningkatan pH tidak dihasilkan pada penambahan bahan pengisi dekstrin (Gambar 6). Meskipun demikian, secara umum (pada semua tingkat penambahan) pH bubuk sari jeruk nipis yang dihasilkan dengan bahan pengisi dekstrin jauh lebih rendah ($p<0,01$) dibandingkan dengan pH bubuk sari jeruk yang dihasilkan dari penambahan gum arab dan GA:D(1:1). Pada Gambar 6 ditunjukkan bahwa penambahan dekstrin secara individual tidak berpengaruh ($p>0,05$) terhadap pH bubuk sari jeruk nipis.



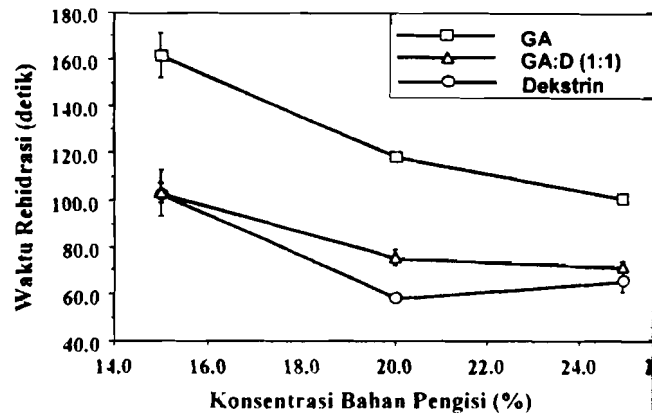
Gambar 3. Pengaruh konsentrasi bahan pengisi terhadap nilai pH bubuk sari jeruk nipis terenkapsulasi (error bar = s.e.).

Waktu Rehidrasi

Produk sari jeruk terenkapsulasi yang dihasilkan dalam penelitian ini mempunyai waktu rehidrasi antara $58,33 \pm 0,47$ detik sampai dengan $161,50 \pm 14,43$ detik. Waktu rehidrasi ini dihitung sebagai waktu yang diperlukan untuk bubuk sari jeruk tersebut larut seluruhnya di dalam air, sejak saat contoh ditambahkan ke dalam air sampai larut semua (Beuchat, 1977).

Waktu rehidrasi bubuk sari jeruk nipis terenkapsulasi dipengaruhi ($p<0,01$) oleh jenis dan konsentrasi bahan pengisi yang ditambahkan, namun interaksi antara kedua faktor tersebut tidak berpengaruh ($p>0,05$) nyata. Semakin tinggi konsentrasi penambahan bahan pengisi menyebabkan waktu rehidrasi cenderung menurun (Gambar 4). Temuan ini sesuai dengan pendapat Masters (1959), yang

menyatakan bahwa produk bubuk yang memiliki kadar air tinggi cenderung membentuk *glassing* (atau *aglomerasi*) serta cenderung lebih sulit didispersikan dalam air. Produk yang berkadar air tinggi umumnya cenderung membentuk butiran yang besar namun tidak porous.



Gambar 4. Pengaruh jenis dan konsentrasi bahan pengisi terhadap waktu rehidrasi bubuk sari jeruk nipis terenkapsulasi (error bar = s.e.).

Kelarutan

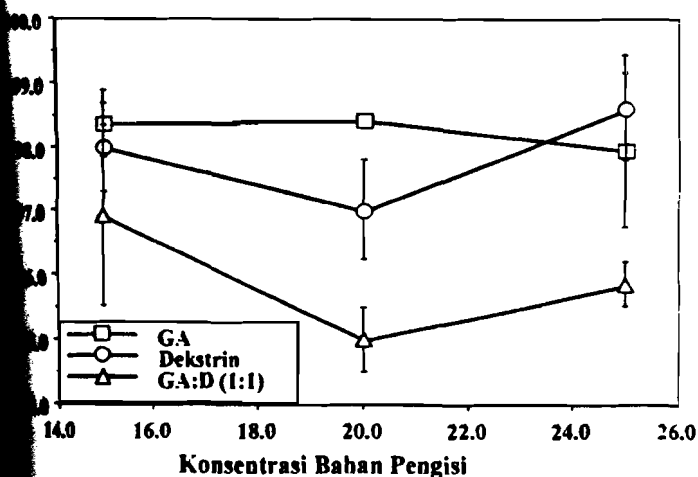
Secara umum dapat dikatakan bahwa kelarutan bubuk sari jeruk nipis yang dihasilkan pada penelitian ini cukup baik. Kelarutan produk bubuk sari jeruk hasil mikroenkapsulasi berkisar antara $95,00 \pm 1,09\%$ sampai dengan $98,61 \pm 0,48\%$. Nilai kelarutan produk hasil mikroenkapsulasi dengan menggunakan pengeringan semprot ternyata tidak dipengaruhi ($p>0,05$) oleh meningkatnya konsentrasi bahan pengisi yang ditambahkan.

Namun demikian, secara individual dapat dikatakan bahwa penggunaan GA:D(1:1) mengakibatkan penurunan kelarutan bubuk sari jeruk nipis ($p<0,01$) yang lebih besar dibandingkan dengan bahan pengisi lainnya (Gambar 5). Sekali dapat dinyatakan disini bahwa peningkatan konsentrasi GA:D (1:1) ternyata tidak mempengaruhi ($p>0,05$) kelarutan bubuk sari jeruk nipis yang dihasilkan.

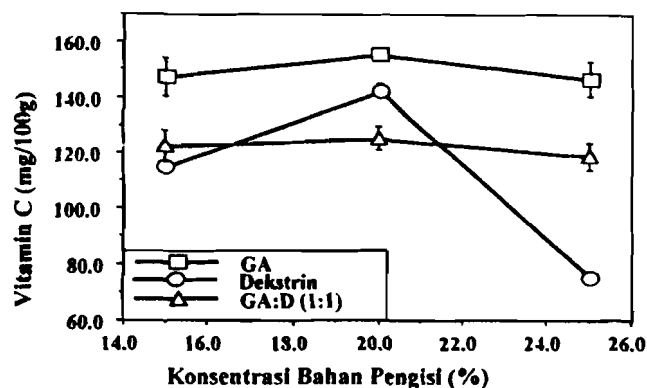
Penggunaan dekstrin dan gum arab secara individual ternyata tidak berpengaruh nyata ($p > 0,05$) terhadap kelarutan bubuk sari jeruk nipis.

Kadar Vitamin C

Vitamin C adalah salah satu vitamin larut air yang kurang stabil dan mudah rusak, kerusakan vitamin C dapat terjadi selama penanganan, pengolahan maupun penyimpanan



Gambar 5. Pengaruh konsentrasi dan jenis bahan pengisi terhadap kelarutan bubuk sari jeruk nipis terenkapsulasi (error bar = s.e.)



Gambar 6. Pengaruh konsentrasi dan jenis bahan pengisi terhadap kadar vitamin C (sebagai asam askorbat) bubuk sari jeruk nipis terenkapsulasi (error bar = s.e.)

an (Wong, 1989). Kadar Vitamin C produk sari buah jeruk nipis hasil mikroenkapsulasi berkisar antara $75,00 \pm 2,36$ mg asam askorbat/100 g sampel sampai dengan $155,47 \pm 1,84$ mg/100 g sampel.

Interaksi antara jenis bahan pengisi dan tingkat konsentrasi maupun kedua faktor tersebut secara individu berpengaruh nyata ($p < 0,01$) terhadap kadar vitamin C bubuk sari jeruk terenkapsulasi. Namun produk sari jeruk terenkapsulasi yang menggunakan bahan pengisi gum arab cenderung mempunyai kadar vitamin C yang lebih baik dibandingkan dengan bubuk sari jeruk yang dibuat dengan menggunakan bahan pengisi lainnya (Gambar 6).

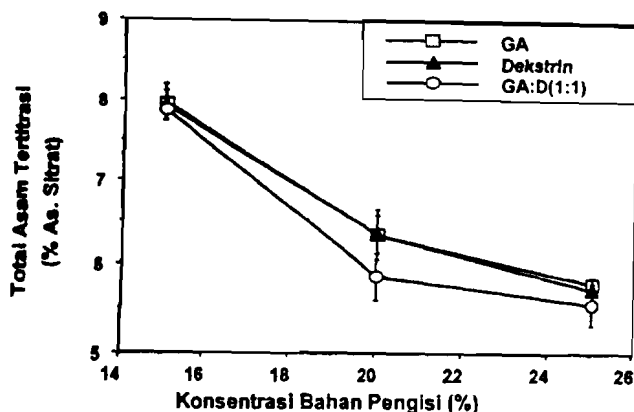
Diduga efek penyalutan gum arab yang lebih baik dibandingkan kedua jenis bahan pengisi (Anonymous, 1993) tersebut menyebabkan produk sari jeruk nipis yang dibuat dengan bahan pengisi gum arab memiliki kadar vitamin C lebih tinggi. Total Asam Titrasi Total asam tertitrasi pada produk hasil mikroenkapsulasi ini dihitung sebagai persentase asam sitrat yang terdapat pada produk (%berat kering), karena asam sitrat merupakan salah satu komponen asam yang paling banyak terdapat pada jeruk nipis. Karena itu pula, jeruk nipis merupakan salah satu sumber atau bahan dalam pembuatan/ekstraksi asam sitrat yang penting (Sarwono, 1991). Kadar total asam tertitrasi hasil analisis berkisar antara $5,57 \pm 0,34\%$ sampai dengan $7,96 \pm 0,32\%$. Interaksi antara jenis bahan pengisi

tidak berpengaruh ($p > 0,05$) terhadap nilai total asam tertitrasi ini (kecuali gum arab dan dekstrin), namun bahan pengisi secara individu sangat berpengaruh ($p < 0,01$) terhadap total asam tertitrasi.

Meningkatnya konsentrasi bahan pengisi secara drastis menurunkan kadar total asam tertitrasi bubuk sari jeruk nipis terenkapsulasi. Hal ini mudah dimengerti, karena dengan semakin tinggi konsentrasi bahan pengisi akan menyebabkan kadar asam sitrat per bobot total bubuk sari jeruk nipis menurun secara otomatis.

Uji Organoleptik

Parameter mutu yang diuji secara organoleptik meliputi warna, aroma dan rasa bubuk sari jeruk terenkapsulasi untuk mengetahui penerimaannya terhadap panelis. Berdasarkan hasil uji kesukaan terhadap bubuk sari jeruk terenkapsulasi yang dilarutkan dengan air pada konsentrasi 50% (b/v) menunjukkan bahwa bubuk dengan bahan pengisi 25% campuran dekstrin: gum arab (1:1), mempunyai warna yang lebih disukai panelis, sedangkan bubuk yang dibuat dengan 20% dekstrin mempunyai aroma yang lebih disukai dan bubuk dengan bahan pengisi 25% dekstrin mempunyai rasa yang lebih disukai panelis dibandingkan bubuk yang dibuat dengan menggunakan bahan pengisi yang lain.



Gambar 7. Pengaruh konsentrasi dan jenis bahan pengisi terhadap kadar total asam tertitrasi (% as. sitrat) bubuk sari jeruk nipis terenkapsulasi (error bar = s.e.)

Aplikasi Bubuk Sari Jeruk Nipis Pada Teh Celup (Penelitian Lanjutan)

Hasil uji perbandingan jamak Duncan dari skor 25 orang panelis menunjukkan bahwa produk teh celup yang mengandung 50% bubuk sari jeruk terenkapsulasi menghasilkan warna, aroma dan rasa tidak lebih baik dari pada standar. Sedangkan seduhan yang dibuat dari teh celup dengan sari jeruk lemon terenkapsulasi 75% menghasilkan rasa yang lebih baik dibandingkan dengan standar.

Meningkatnya nisbah bobot bubuk sari jeruk terenkapsulasi pada minuman teh, ternyata mampu meningkatkan nilai rasa lemon sesuai yang diharapkan. Namun demikian, peningkatan proporsi bubuk sari jeruk nipis tersebut diikuti dengan penurunan kualitas warna seduhan, yang mengakibatkan warna minuman yang dihasilkan menjadi lebih pucat dibandingkan dengan warna minuman standar. Diduga, peningkatan proporsi bubuk sari jeruk terenkapsulasi yang ditambahkan mengakibatkan pemucatan warna seduhan teh, baik oleh karena warna bubuk sari jeruk yang putih dan mendekati warna bahan pengisinya, maupun karena mengecilnya jumlah teh yang diseduh.

Meskipun demikian secara keseluruhan dapat disimpulkan bahwa tingkat penambahan bubuk sari jeruk lemon terenkapsulasi sampai 75% dari bobot teh celup,

menghasilkan mutu sensori seduhan yang lebih baik dibandingkan dengan produk yang mengandung 50% bubuk sari jeruk lemon terenkapsulasi.

KESIMPULAN

Penelitian ini telah berhasil mendapatkan bubuk sari jeruk nipis instan yang kaya flavor sebagai upaya diversifikasi pengolahan jeruk nipis. Pengkayaan flavor jeruk nipis ini dihasilkan dari pencampuran ekstrak kulit jeruk nipis dan teknik mikroenkapsulasi dengan pengering semprot. Teknik pemisahan ekstraksi flavor kulit jeruk dari ekstraksi sari jeruk daging buahnya ternyata berhasil menyumbangkan flavor jeruk nipis yang lebih "kaya" (*intense*) karena proses ekstraksi minyak atsiri menjadi lebih efektif.

Kondisi mikroenkapsulasi yang optimum adalah dengan kecepatan pompa 22 ml/menit, suhu inlet pengeringan 169-171 °C dan suhu outlet 80-81 °C, dengan kecepatan aspirator pada skala 12 dan kecepatan aliran udara pengering semprot pada skala 700.

Meskipun secara logika tingkat penambahan bahan pengisi seharusnya berpengaruh nyata terhadap *yield*, penelitian ini justru mendapatkan output yang tertampung di botol penampung tidak adanya perbedaan ($p > 0,05$). Sebab, peningkatan jumlah bahan pengisi mengakibatkan inefisiensi proses pengeringan, yang ditunjukkan dari meningkatnya jumlah bahan yang menempel pada dinding tabung siklon pengering semprot. Peningkatan kadar bahan pengisi menurunkan total asam tertitrasi ($p < 0,05$), kadar air ($p < 0,01$) dan vitamin C ($p < 0,01$) bubuk sari jeruk nipis terenkapsulasi. Di fihak lain, peningkatan bahan pengisi meningkatkan pH ($p < 0,01$) bubuk sari jeruk nipis terenkapsulasi.

Bubuk sari jeruk nipis yang berbahan pengisi campuran gum-arab:dekstrin (1:1) dengan konsentrasi 25%, bermutu sensori terbaik (terutama rasa dan warnanya), dengan pH sekitar 3,2, waktu rehidrasi yang singkat (71,5 detik), berkelerutan tertinggi (98,61%) dan vitamin C yang cukup tinggi (118,33 mg/100g), dengan kadar air 7,46% (b.k.). Dengan proporsi bubuk sari jeruk nipis 75% dari bobot teh pada aplikasi pembuatan teh celup, mutu seduhan teh celup berjeruk nipis yang dihasilkan sangat disukai panelis.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous. 1993. Gum arabic products protect spray dried flavors against oxidation. *J. Food Technol.* 2: 130-131.
- Beuchat, L.R. 1977. Functional and electrophoresis characteristic of succinylated peanut flour protein. *J. Agric. Food Chem.* 25 : 258-261.
- Braddock, R.J. dan Chadwallader, K.R. 1992. Citrus by product manufacture for food use. *J. Food Technol.* 2 : 106.
- Davidson, R.L. 1980. *Handbook of Water Soluble Gum and Resin*. Mc-Graw Hill Book Co. New York.
- Guenther, E. 1990b. *Minyak Atsiri Vol. III A. S, Ketaren* (penterjemah). UI Press, Jakarta
- Kim, Y.D dan Morr, C.V. 1996. Microencapsulation properties of gum arabic and several food protein: spray dried orange oil emulsion particles. *J. Agric. Food Chem.* 44 : 1314-1320.
- Masters, K. 1979. *Spray Drying Handbook*. Gerge Godwin Ltd., London.
- Morr, C.V dan Ha, E.W. 1993. Whey protein concentrates and isolates : processing and finctional properties. *CRC Crit., Rev. Food Sci. Nutr.* 33 : 431-476.
- Swisher, H.E dan Swisher, L.H. 1977. Lemon and lime juices. Di dalam Tresler, N (ed.) *Fruit And Vegetables Juice Procesing Technology*. AVI Publ. Co. Inc., Westport Connecticut.