

JURNAL PENELITIAN PASCAPANEN PERTANIAN*(Indonesian Journal of Agricultural Postharvest Research)*

Volume 12, Nomor 1, Juni 2015

Akreditasi 593/AU3/P2MI-LIPI/03/2015

DAFTAR ISI

Halaman

Pengaruh kandungan amilosa terhadap karakteristik fisik dan organoleptik nasi instan

Effect of amylose content on physical and organoleptic properties of instant rice

Prima Luna, Heti Herawati, Sri Widowati, dan Aditya B. Prianto..... 1- 10

Sintesis nanoselulosa dari serat nanas dan aplikasinya sebagai *nanofiller* pada film berbasis polivinil alkohol*Nanocellulose synthesis from pineapple fiber and its application as nanofiller in polyvinyl alcohol-based film*

Evi Savitri Iriani, Kendri Wahyuningsih, Titi Candra Sunarti dan Asep W. Permana 11 - 19

Teknologi ozonisasi untuk mempertahankan kesegaran cabai *cultivar* Kencana selama penyimpanan*Ozonation to technology maintain the freshness of chili cultivar Kencana during storage*

Ali Asgar, D. Musaddad, Dondy A Setyabudi, dan Zahirotul H Hassan 20 - 27

Karakteristik sifat fisiko-kimia dan *thermal* serta penerimaan organoleptik kue sagon berbasis tepung pisang*Physical, chemical, thermal properties and sensory evaluation of sagon cake made from banana flour*

Achmat Sarifudin dan Riyanti Ekafitri..... 28 - 36

Studi *degreening* pada jeruk *cultivar* Keprok Madu Terigas Kalimantan Barat*Study on degreening process of Citrus CV. Keprok Madu Terigas of West Kalimantan Province*

Renny Anggraini, Rokhani Hasbullah, dan Sutrisno 37 - 46

Evaluation of dried straw mushroom (*Volvariella volvacea*) characteristics drying by Far Infra Red*Evaluasi karakteristik pengeringan jamur merang kering (Volvariella volvacea) menggunakan Far Infra Red (FIR)*

Ridwan Rachmat and Resa Setia Adiandri 47 - 52

JURNAL PENELITIAN PASCAPANEN PERTANIAN
(Indonesian Journal of Agricultural Postharvest Research)

Volume 12 Nomor 1; Juni 2015

Akreditasi 593/AU3/P2MI-LIPI/03/2015

UDC : 633.18

Prima Luna, Heti Herawati, Sri Widowati, dan Aditya B. Prianto

Pengaruh Kandungan Amilosa Terhadap Karakteristik Fisik dan Organoleptik Nasi Instan

Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian

Vol. 12 No.1, Juni 2015, Hal 1 - 10

Amilosa dan amilopektin merupakan komponen utama penyusun pati. Komposisi kedua komponen tersebut menentukan karakteristik nasi, sehingga pengaruh kedua komponen tersebut menarik untuk dipelajari. Tujuan penelitian ini adalah melihat pengaruh kadar amilosa dari tiga varietas padi dalam produksi nasi instan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ANOVA antara metode pemasakan berbeda nyata dengan waktu rehidrasi ($p < 0.0001$). Perlakuan yang terbaik adalah perendaman di dalam Na-Sitrat 5% selama 2 jam dan dimasak dengan *rice cooker*. Waktu rehidrasi adalah 4 menit dan rendemen 80%. Semakin tinggi kadar amilosa maka kekerasan meningkat dan elastisitas beras semakin rendah sehingga berpengaruh terhadap waktu rehidrasi. Kandungan amilosa yang tinggi membutuhkan air yang lebih banyak pada proses produksi nasi instan. Sesuai sifat beras, maka beras dengan kadar amilosa rendah tekstur nasinya lunak dan lengket, sedangkan beras dengan amilosa tinggi tekstur nasinya keras dan tidak lengket. Proses produksi nasi instan cenderung menyebabkan terjadinya peningkatan kadar amilosa sebelum dan setelah rehidrasi. Uji korelasi menunjukkan bahwa kandungan amilosa beras berkorelasi negatif dengan waktu rehidrasi ($r \leq -0,96$). Hal ini menunjukkan bahwa kandungan amilosa memiliki pengaruh signifikan terhadap retrogradasi pati dan sifat tekstur nasi. Nasi dengan kandungan amilosa tinggi mudah untuk mengalami retrogradasi, sedangkan amilosa rendah lambat beretrogradasi. Semakin tinggi kandungan amilosa beras maka waktu rehidrasi nasi instan semakin cepat.

Kata kunci: beras, nasi instan, kandungan amilosa, karakteristik

UDC : 582.564

Evi Savitri Iriani, Kendri Wahyuningsih, Titi Candra Sunarti dan Asep W. Permana

Sintesis Nanoselulosa Dari Serat Nanas dan Aplikasinya Sebagai *Nanofiller* Pada Film Berbasis Polivinil Alkohol

Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian

Vol. 12 No.1, Juni 2015, Hal 11 - 19

Berbagai upaya telah dilakukan untuk mengurangi ketergantungan terhadap plastik berbahan baku minyak bumi yang persediaannya terbatas dan sulit terdegradasi secara alami sehingga dapat menimbulkan masalah lingkungan. Polivinil Alkohol/PVA memiliki kompatibilitas yang baik terhadap penambahan filler berupa nanoselulosa sehingga dapat menghasilkan film komposit yang ramah lingkungan dan sifat mekanis setara plastik konvensional. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan nanoselulosa yang berasal dari serat daun nanas terhadap peningkatan sifat mekanis film komposit. Pembuatan film komposit dilakukan menggunakan metode *casting solution*. Percobaan dilakukan dengan mencampurkan larutan PVA dengan berbagai konsentrasi nanoselulosa serat nanas (10%-50%) dan konsentrasi gliserol yang terdiri dari 2 level (0% dan 1%). Karakterisasi film meliputi kuat tarik, elongasi, kristalinitas dan morfologi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan nanoselulosa serat nanas 10-40% dapat meningkatkan kuat tarik dan elongasi, namun penambahan hingga 50% justru menurunkan nilai elongasi. Penambahan *plasticizer* gliserol cenderung menurunkan kuat tarik dan elongasi. Hal ini didukung oleh data XRD yang menunjukkan bahwa penambahan nanoselulosa efektif meningkatkan sifat kristalinitas, namun sifat tersebut menurun setelah ditambahkan gliserol. Penambahan nanoselulosa 40% dan tanpa penambahan gliserol menghasilkan film komposit dengan sifat mekanis terbaik.

Kata kunci : polivinil alkohol, film komposit, nanoselulosa serat nanas, kuat tarik, elongasi

UDC : 633.843

Ali Asgar, D. Musaddad, Dondy A Setyabudi, dan Zahirotul H. Hassan

Teknologi ozonisasi untuk mempertahankan kesegaran cabai *cultivar* Kencana selama penyimpanan

Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian

Vol. 12 No.1, Juni 2015, Hal 20 - 27

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh suhu penyimpanan dan konsentrasi ozon terhadap karakteristik kesegaran cabai merah varietas Kencana. Penelitian dilakukan dari Oktober-Desember 2013 di Balai Penelitian Tanaman Sayuran, Lembang. Cabai Kencana diperoleh dari Tasikmalaya, Jawa Barat pada tingkat ketuaan panen merah penuh. Penelitian dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok pola split plot dengan ulangan sebanyak 4 kali. Sebagai main plot yaitu suhu terdiri atas: 1) 10 °C dan 2) suhu kamar. Sebagai sub plot; konsentrasi ozon terdiri atas: 1) kontrol tanpa perendaman, 2) kontrol dengan perendaman (0 ppm), 3) 0,5 ppm dan 4) 1 ppm. Hasil penelitian menunjukkan selama penyimpanan 14 hari, warna, kesegaran, dan kenampakan cabai merah varietas Kencana dengan perlakuan suhu penyimpanan 10 °C dan konsentrasi ozon 1 ppm merupakan perlakuan terbaik baik warna, kesegaran, maupun penampakan, dan disukai panelis.

Kata kunci: Ozonisasi, karakteristik, cabai merah, penyimpanan.

UDC : 634.772

Achmat Sarifudin dan Riyanti Ekafitri

Karakteristik sifat fisiko-kimia dan *thermal* serta penerimaan organoleptik kue sagon berbasis tepung pisang

Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian

Vol. 12 No.1, Juni 2015, Hal. 28 - 36

Kue sagon merupakan kue tradisional Indonesia yang umumnya terbuat dari bahan tepung ketan, kelapa dan gula. Pada penelitian ini kue sagon dibuat dengan menggunakan bahan dasar tepung pisang sebagai pengganti tepung ketan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik sifat fisiko-kimia, *thermal* dan penerimaan organoleptik dari kue sagon berbasis tepung pisang. Parameter yang diamati adalah sifat fisik yaitu derajat putih dan kekerasan, sifat kimia yaitu kadar air, abu, protein, lemak, karbohidrat, dan serat, sifat *thermal* meliputi panas jenis, konduktivitas *thermal*, dan difusivitas *thermal*, serta penerimaan organoleptik. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancang Acak Lengkap (RAL) dengan satu faktor perlakuan yaitu perbandingan tepung pisang dengan kelapa parut pada rasio 2:1, 1:1, 1:2 dengan tiga kali ulangan. Data yang diperoleh dianalisis dengan ANOVA dan LSD menggunakan *software* SPSS 18. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa perbandingan tepung pisang dan kelapa parut berpengaruh secara nyata terhadap sifat fisik kue sagon berbasis pisang, yaitu dengan nilai derajat putih dan kekerasan. Penggunaan kelapa dalam kue sagon berbasis pisang secara nyata meningkatkan kandungan protein, lemak, dan serat kasarnya. Analisis *thermal* menunjukkan bahwa perlakuan yang dilakukan tidak merubah karakteristik panas jenis, konduktivitas *thermal* dan difusivitas *thermal*-nya. Produk kue sagon berbasis tepung pisang dengan rasio tepung pisang : kelapa parut 1:2 secara umum paling disukai oleh responden.

Kata kunci : kue sagon, tepung pisang, kelapa parut, karakteristik fisik, sifat *thermal*, uji organoleptik.

UDC : 634.32

Renny Anggraini, Rokhani Hasbullah, dan Sutrisno

Studi *Degreening* Pada Jeruk *Cultivar* Keprok Madu Terigas Kalimantan Barat

Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian

Vol. 12 No.1, Juni 2015, Hal 37 - 46

Jeruk keprok madu Terigas pada saat umur panen masih berwarna kehijau-hijauan. Persepsi konsumen menganggap bahwa jeruk dengan warna hijau belum matang dan memiliki rasa yang asam, sehingga kulit jeruk berwarna kuning merata akan meningkatkan nilai estetika dan harga jeruk tersebut. Perlakuan pascapanen guna memperbaiki estetika buah jeruk dapat dilakukan dengan teknik penguningan (*degreening*) menggunakan gas etilen. Penelitian ini bertujuan

untuk mengkaji konsentrasi etilen dan *trigger time* serta pengaruhnya terhadap sifat fisikokimia jeruk keprok madu Terigas (*Citrus nobilis* var. *chrysocarpa*). Jeruk keprok madu Terigas didegreening dengan konsentrasi etilen 0, 1000, 1500, dan 2000 ppm dan *trigger time* 10, 20, dan 30 jam di dalam kotak karton yang dilapisi plastik LLDPE 0,06 mm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi etilen dan *trigger time* tidak mempengaruhi karakteristik fisikokimia jeruk keprok madu Terigas seperti kekerasan, total padatan terlarut, vitamin C, dan kadar air. Perlakuan terbaik yaitu konsentrasi etilen 1000 ppm dan *trigger time* 30 jam.

Kata kunci: jeruk, *degreening*, etilen, *trigger time*, fisikokimia

UDC : 582.264

Ridwan Rachmat and Resa Setia Adiandri

Evaluation Of Dried Straw Mushroom (*Volvariella Volvacea*) Characteristics Drying by Far Infra Red

Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian

Vol. 12 No.1, Juni 2015, Hal 47 - 52

Makalah ini memaparkan hasil studi penerapan radiasi *Far Infra Red* (FIR) yang dirancang untuk pengeringan jamur merang (*Volvariella volvacea*). Radiasi FIR dengan panjang gelombang 25-1000 μm dipilih sebagai pengering yang digunakan dalam penelitian ini. Radiasi FIR efektif dalam menurunkan waktu pengeringan dengan perubahan warna minimal. Tujuan dari studi ini mengevaluasi (1) Kinerja teknologi pengeringan FIR; (2) karakteristik fisiko kimia produk kering meliputi warna, asam askorbat, aroma dan klorofil. Pembahasan meliputi laju pengeringan jamur merang dalam bentuk irisan pada suhu 50, 60, 65 dan 75 °C. Kandungan nutrisi maupun karakteristik fisiko kimia. Radiator FIR dengan panjang gelombang 8,7 μm dengan jarak optimum antara konveyor dan FIR radiator (18 ± 2 cm) serta suhu lorong pada rentang 60 °C. Penampilan warna produk jamur hasil pengeringan dengan metoda pengeringan FIR dan proses blansir dengan 0,1% larutan Natrium meta bisulfate menghasilkan produk dengan rasio rehidrasi sebesar $65,42 \pm 5,08\%$. Hasil studi ini menyimpulkan bahwa penerapan teknologi pengeringan FIR merupakan metoda yang prospektif untuk menghasilkan jamur kering yang berkualitas.

Kata Kunci: *far infrared*, jamur merang, karakteristik fisiko kimia.

ISSN : 0216-1192

JURNAL PENELITIAN PASCAPANEN PERTANIAN
(Indonesian Journal of Agricultural Postharvest Research)

Volume 12 Nomor 1; Juni 2015

Akreditasi 593/AU3/P2MI-LIPI/03/2015

UDC : 633.18

Prima Luna, Heti Herawati, Sri Widowati, and Aditya B. Prianto

*Effect of Amylose Content on Physical and Organoleptic Properties of Instant Rice**Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian**Vol.12 No.1, June 2015, Page 1 - 10*

Amylose and amylopectin are main structures of starch. Composition of these components are significantly effect on the characteristics of rice; therefore, this phenomenon is interesting field to study. The objective of this study was to determine the effect amylose content on three varieties of paddy to produce instant rice. Research results have shown that ANOVA between amylose content and cooking methods has significantly different from rehydration time ($p < 0.0001$). The best treatment was soaked rice in Na-Sitrat 5% for 2 hour and cooked using rice cooker. Rehydration time was 4 minute and yield was 80%. Hardness was increasing because of higher amylose on rice. However, higher amylose gave lower elasticity on rice. Higher amylose required more additional water. Therefore, rice with high amylose content has harder texture and separated appearance among cooked rice; on the other hand, lower amylose has softer texture and sticky. The processing of instant rice tend to increase the amount of amylose on rice before and after rehydration. Based on correlation analysis, amylose content had negative correlation with rehydration time ($r \leq -0.96$). This result showed that amylose content gave significant effect on starch retrogradation. Higher amylose was easily to be retrograded and vice versa. Thus, the higher amount of amylose may have faster rehydration time.

Keywords: rice, instant rice, amylose content, physical properties

UDC : 582.564

Evi Savitri Iriani, Kendri Wahyuningsih, Titi Candra Sunarti, and Asep W. Permana

*Nanocellulose Synthesis From Pineapple Fiber and Its Application as Nanofiller in Polyvinyl Alcohol-Based Film**Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian**Vol.12 No.1, June 2015, Page 11 - 19*

A variety of attempts have been made to reduce the dependence on petroleum raw materials based plastics which are limited supply and difficult to degrade, so it can cause the environment problems. Polyvinyl Alcohol/PVA, one of the water-soluble polymer, has good compatibility with fillers, i.e., nanocellulose addition, so it can resulted a composite films that are environmentally friendly and the mechanical properties close to conventional plastic. The objectives of research was to know the effect of pineapple nanocellulose fibers addition on the improvement of the mechanical properties of composite films based on polyvinyl alcohol. The method for manufactured of composite films using solution casting. A simple in a one-pot process was carried out by mixing of PVA solution in various concentration of pineapple nanocellulose fibers (10% - 50%) and glycerol with 2 levels (0% and 1%). Films observations were tensile strength, elongation, crystallinity, and morphology. The results shows that the addition of nanocellulose fibers 10-40% were effective in increasing tensile strength and elongation, but the higher addition (of up to 50%) resulted in decreased elongation. The addition of glycerol on the composite film tends to lower the tensile strength and elongation. This is supported by the XRD data showed that the addition of nanocellulose was also effective to improve the crystallinity properties of the films, but the properties of crystallinity decreased after adding glycerol. The best mechanical properties of composite film produced by the treatment on nanocellulose 40% addition and without glycerol.

Keywords : polyvinyl alcohol, composite films, pineapple nanocellulose fibers, tensile strength, elongation

UDC : 633.843

Ali Asgar, D. Musaddad, Dondy A Setyabudi, and Zahirotul H. Hassan

Ozonation to Technology Maintain The Freshness of Chili Cultivar Kencana During Storage

Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian

Vol.12 No.1, June 2015, Page 20 - 27

The study aimed to determine the effect of storage temperature and ozone concentration on the characteristics of the varieties of red chillies freshness Kencana. The study was conducted from October-December 2013 at the Vegetable Crops Research Institute, Lembang. The study was conducted using a randomized block design with a split plot with a pattern repeat 4 times. Temperature as the main plot which consists of: 1) 10° C and 2) ambient temperature. As a sub-plot is the concentration of ozone consists of: 1) control without immersion, 2) control with immersion (0 ppm), 3) 0.5 ppm and 4) 1 ppm. The results showed that during the 14 days of storage, color, freshness, and appearance of red chili with treatment storage temperature of 10 °C and 1 ppm ozone concentration is the best treatment in terms of color, freshness and appearance and panelists preferred.

Keywords: *Ozonization, characteristic, red chili, storage.*

UDC : 634.772

Achmat Sarifudin and Riyanti Ekafitri

Physical, chemical, thermal properties and sensory evaluation of sagon cake made from banana flour

Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian

Vol.12 No.1, June 2015, Page 28 - 36

Sagon cake is a traditional Indonesian cake which is generally made from glutinous rice flour, coconut and sugar. In this study, sagon cake was made by using basic ingredient from banana flour instead of glutinous rice flour. This research was purposed to understand the physical, chemical and thermal properties of the sagon cake as well to evaluate the sensory acceptability of the products. The observed parameter are physical properties including degree of whiteness and hardness, chemical properties including water, ash, protein, fat, carbohydrate, and fiber content, thermal properties including specific heat (Cp), thermal conductivity (k) and thermal diffusivity (α)) and its sensory acceptability parameters. The design experiment used was the completely randomized design with one treatment factor, that are three different sagon cake product formulas (banana flour ratio and grated coconut with ratio of 2: 1, 1: 1 and 1: 2) with triplicate measurements for each observation parameters. The obtained data was analyzed using ANOVA and LSD methods by SPSS 18 Software. Result showed that difference ratio between banana flour and coconut grated significantly affecting the physical properties of the cake mainly the whiteness degree and hardness values. The use of coconut in sagon cake significantly increased the content of protein, fat, and crude fiber. Thermal analysis results indicated that the treatments did not alter significantly the thermal characteristics of the products i.e specific heat, thermal conductivity and thermal diffusivity. Sagon cake from banana flour with ratio of banana flour: coconut grated 1: 2 were most favored by respondents.

Keywords : *sagon cake, banana flour, coconut grated, physicochemical properties, thermal properties, sensory evaluation.*

UDC : 634.32

Renny Anggraini, Rokhani Hasbullah, and Sutrisno

Study On Degreening Process of Citrus CV. Keprok Madu Terigas of West Kalimantan Province

Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian

Vol.12 No.1, June 2015, Page 37 - 46

Terigas tangerine rind color is green when harvested, meanwhile the green rind indicated that the tangerine is not well ripened and taste acid. Thus tangerine with homogenous yellow rind will improve its esthetic value and price. Postharvest treatment to improve esthetic value of tangerine could be taken by ethylene degreening technique. The

objective of this research was to study the ethylene concentration and trigger time and its effect on physicochemical characteristics of Terigas tangerine (*Citrus nobilis* var. *Chrysocarpa*). Terigas tangerine were degreened by 0, 1000, 1500, and 2000 ppm of ethylene with trigger time 10, 20, and 30 hours inside box layered by LLDPE 0,06 mm plastic film. Results of the research showed that ethylene concentration and trigger time did not affect physicochemical characteristics of the tangerine such as firmness, total soluble solid, vitamin C, and moisture content. The best treatment was 1000 ppm ethylene with trigger time for 30 h.

Keywords: tangerine, degreening, ethylene, trigger time, physicochemical

UDC : 582.264

Ridwan Rachmat and Resa Setia Adiandri

Evaluation of Dried Straw Mushroom (Volvariella volvacea) Characteristics Drying By Far Infra Red

Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian

Vol.12 No.1, June 2015, Page 47 - 52

A study of the application of far infrared (FIR) radiation designed for drying sliced-straw mushroom. Far Infrared (FIR) radiation with 25-1000 μ m of wavelength was selected. FIR irradiation was effective in decreasing drying time while minimizing changes in color. The objective of the study was to evaluate: (1) the empirical performance of FIR dryer; (2) physical and chemical characteristics of dried product such as color, ascorbic acid, flavor, and chlorophyll. The treatments of the experiment was limited to the temperature variations and the data analyses was conducted to identify the drying rate of sliced-straw mushroom at specified temperatures of FIR radiation (50, 60, 65 and 75 °C). The nutrients content as well as the physical and chemical characteristics are discussed. The FIR radiator with 8.7 μ m of long wave is set at optimum distance between conveyor and FIR rays (18 ± 2 cm) with tunnel temperature at range 60 °C. The color's appearance of dried sliced-straw mushroom by FIR method was significantly consistent by blanching treatment with 0.1% natrium meta bisulphyte solution. the rehydration ratio of the dried mushroom was $65.42\pm 5.08\%$. This study concludes that the application of FIR drying technology is a prospective method to produce high quality of dried sliced-straw mushroom.

Keywords : far infrared, straw mushroom, physical-chemical characteristics of dried mushroom

PENGARUH KANDUNGAN AMILOSA TERHADAP KARAKTERISTIK FISIK DAN ORGANOLEPTIK NASI INSTAN

Prima Luna¹, Heti Herawati¹, Sri Widowati¹, dan Aditya B. Prianto²

¹ Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian

Jl. Tentara Pelajar No.12 Kampus Penelitian Pertanian Cimanggu, Bogor 16114

² Alumni Universitas Nusa Bangsa, Jln. KH Soleh Iskandar Km 4 Bogor, Telp 8340217

Email: primaluna@litbang.pertanian.go.id

(Diterima 27-08-2014; Disetujui 04-03-2015)

ABSTRAK

Amilosa dan amilopektin merupakan komponen utama penyusun pati. Komposisi kedua komponen tersebut menentukan karakteristik nasi, sehingga pengaruh kedua komponen tersebut menarik untuk dipelajari. Tujuan penelitian ini adalah melihat pengaruh kadar amilosa dari tiga varietas padi dalam produksi nasi instan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ANOVA antara metode pemasakan berbeda nyata dengan waktu rehidrasi ($p < 0.0001$). Perlakuan yang terbaik adalah perendaman di dalam Na-Sitrat 5% selama 2 jam dan dimasak dengan *rice cooker*. Waktu rehidrasi adalah 4 menit dan rendemen 80%. Semakin tinggi kadar amilosa maka kekerasan meningkat dan elastisitas beras semakin rendah sehingga berpengaruh terhadap waktu rehidrasi. Kandungan amilosa yang tinggi membutuhkan air yang lebih banyak pada proses produksi nasi instan. Sesuai sifat beras, maka beras dengan kadar amilosa rendah tekstur nasinya lunak dan lengket, sedangkan beras dengan amilosa tinggi tekstur nasinya keras dan tidak lengket. Proses produksi nasi instan cenderung menyebabkan terjadinya peningkatan kadar amilosa sebelum dan setelah rehidrasi. Uji korelasi menunjukkan bahwa kandungan amilosa beras berkorelasi negatif dengan waktu rehidrasi ($r \leq -0.96$). Hal ini menunjukkan bahwa kandungan amilosa memiliki pengaruh signifikan terhadap retrogradasi pati dan sifat tekstur nasi. Nasi dengan kandungan amilosa tinggi mudah untuk mengalami retrogradasi, sedangkan amilosa rendah lambat beretrogradasi. Semakin tinggi kandungan amilosa beras maka waktu rehidrasi nasi instan semakin cepat.

Kata kunci: beras, nasi instan, kandungan amilosa, karakteristik fisik

ABSTRACT

Prima Luna, Heti Herawati, Sri Widowati, and Aditya B. Prianto. 2015. Effect of Amylose Content on Physical and Organoleptic Properties of Instant Rice.

Amylose and amylopectin are main structures of starch. Composition of these components are significantly effect on the characteristics of rice; therefore, this phenomenon is interesting field to study. The objective of this study was to determine the effect amylose content on three varieties of paddy to produce instant rice. Research results have shown that ANOVA between amylose content and cooking methods has significantly different from rehydration time ($p < 0.0001$). The best treatment was soaked rice in Na-Sitrat 5% for 2 hour and cooked using rice cooker. Rehydration time was 4 minute and yield was 80%. Hardness was increasing because of higher amylose on rice. However, higher amylose gave lower elasticity on rice. Higher amylose required more additional water. Therefore, rice with high amylose content has harder texture and separated appearance among cooked rice; on the other hand, lower amylose has softer texture and sticky. The processing of instant rice tend to increase the amount of amylose on rice before and after rehydration. Based on correlation analysis, amylose content had negative correlation with rehydration time ($r \leq -0.96$). This result showed that amylose content gave significant effect on starch retrogradation. Higher amylose was easily to be retrogradated and vice versa. Thus, the higher amount of amylose may have faster rehydration time.

Key words: rice, instant rice, amylose content, physical properties

PENDAHULUAN

Beras merupakan kebutuhan pokok bagi masyarakat Indonesia. Hampir 90% penduduk mengonsumsi beras. Beras sebagai bahan makanan mengandung nilai gizi yang cukup tinggi. Dalam 100 g beras terdapat

kandungan karbohidrat 78%, protein sebesar 6,7%, lemak sebesar 3,6%, serat (NSP) 0,4%, vitamin B1 0,41 mg, vitamin B2 0,02 mg, niasin 5,8 mg¹ dan kandungan mineral seperti Ca dan Fe masing-masing 6 dan 0,8 mg². Ada dua kelompok beras yaitu beras ketan (*waxy rice*) dengan kandungan amilopektin tinggi (amilosa rendah)

dan beras non ketan atau disebut beras (*non-waxy rice*) dengan kandungan amilopektin rendah (amilosa tinggi). Sebagian beras tropis mempunyai kandungan amilosa lebih dari 20%. Kandungan amilosa dikelompokkan menjadi: rendah (<20%), sedang (20-24%), dan tinggi (>25%)³.

Bagian terpenting dari butir beras adalah endosperm dengan komponen utama granula-granula pati yang terdiri atas amilosa dan amilopektin. Amilosa dalam granula membentuk kristalin, sedangkan amilopektin karena bercabang membentuk struktur amorf (porous). Amilosa merupakan polimer rantai lurus dari unit glukosa (sekitar 1000 unit) melalui ikatan 1,4 α ; sedangkan amilopektin merupakan polimer dari glukosa dengan 12-23 unit glukosa pada cabang bagian luar dan 20-120 unit pada cabang bagian dalam. Ikatan antara unit glukosa melalui ikatan 1,4 α pada rantai lurus dan 1,6 α pada cabangnya⁴. Kedua komponen penting pati ini sangat mempengaruhi mutu nasi. Modifikasi komponen pati merupakan hal yang menarik untuk dipelajari guna menghasilkan suatu teknologi yang mendukung diversifikasi produk berbasis beras.

Teknologi yang berkembang untuk memenuhi ketersediaan produk beras salah satunya adalah nasi instan. Produk instan dapat diartikan sebagai produk yang secara cepat dapat diubah menjadi produk yang siap untuk dikonsumsi, atau dengan kata lain makanan instan merupakan jenis makanan cepat saji dan praktis untuk dikonsumsi. Penyajiannya dapat dengan menambahkan air panas sesuai dengan selera (rehidrasi). Pada dasarnya untuk membuat makanan instan dilakukan dengan menghilangkan kadar airnya sehingga mudah ditangani dan praktis dalam penyediaannya.

Produk nasi instan telah berkembang pesat di negara-negara maju seperti Amerika dan Jepang, antara lain: *Sage V foods* dimana waktu pemasakannya adalah 5 menit dengan diseduh air panas; *Cup rice* dari Nissin Foods Company dimasak dengan diseduh air panas selama 5 menit; *Instant rice* dengan merk dagang *uncle's* ben pemasakannya selama 1,5 menit dalam microwave. Nasi instan *uncle's* ben ini tidak melalui proses pembekuan dan pengeringan, hanya seperti nasi biasa yang diawetkan, lalu bila akan dikonsumsi hanya dipanaskan dalam *microwave* kemudian siap dihidangkan.

Produk nasi instan sangat bervariasi dalam hal tekstur, berat jenis, kegunaan, rasa, dan kualitas sesuai dengan kegunaan bagi konsumen. Sebagian konsumen lebih menyukai beras yang panjang, ringan, mengembang, dengan aroma tertentu, tetapi jika dimasak tidak masak sampai ke pusat biji⁵. Beras "instant" (pasca tanak) merupakan modifikasi pemasakan beras menjadi

nasi secara cepat, yaitu dengan cara merehidrasi kembali nasi kering dengan air mendidih selama beberapa waktu untuk menjadi nasi yang siap untuk dikonsumsi oleh konsumen. Berdasarkan sifat tersebut, maka beras pasca tanak berpotensi besar sebagai pangan darurat untuk logistik.

Banyak faktor yang mempengaruhi retrogradasi pati dan tekstur nasi selama penyimpanan, antara lain varietas padi, kondisi penyimpanan, kandungan amilosa, jenis pati, tingkat penyosohan, rasio air dan beras, metode pemasakan, metode pendinginan, dan lain-lain⁶. Dalam pembuatan nasi instan terlebih dahulu perlu diketahui karakteristik beras yang digunakan sebagai bahan baku. Karakteristik utama yang diamati adalah komponen utama yaitu pati, terutama amilosa. Tujuan penelitian ini adalah mempelajari pengaruh kadar amilosa dari tiga varietas padi dalam produksi nasi instan.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan mulai bulan Januari sampai dengan November 2011 bertempat di Laboratorium Penelitian dan Pengembangan Balai Besar Pascapanen Pertanian.

Bahan dan alat

Bahan penelitian yang digunakan untuk proses pembuatan nasi instan adalah tiga beras varietas, yaitu Ciherang, Batang Piaman, dan Memberamo dari Balai Besar Penelitian Padi, Sukamandi. Bahan tambahan lainnya untuk produksi nasi instan antara lain Na-Sitrat, Na_2HPO_4 , bahan-bahan kimia untuk analisis komposisi kimia dan sifat fungsional antara lain Na_2CO_3 , Jenuh, NaOH, enzim pankreatin, amiloglukosidase, pepsin, selenium, asam sulfat dan amilosa standard.

Alat-alat yang digunakan antara lain alat-alat untuk memasak nasi, oven, waterbath, amilograf (merk Brabender) dan alat untuk uji kadar amilosa.

Proses Pembuatan Nasi Instan

Pemilihan Jenis Bahan Perendam

Pembuatan nasi instan diawali dengan penelitian pendahuluan yaitu pemilihan bahan perendam untuk membuat beras menjadi porous. Sehingga ketika di rehidrasi segera menjadi nasi. Bahan yang digunakan pada tahap ini adalah varietas padi Ciherang dan larutan Na-Sitrat 1,3,5% serta Na Fosfat 1;1,5; 2%. Beras direndam dalam larutan tersebut dengan perbandingan beras dan air rendaman 1:2 selama 2 jam. Parameter

pemilihan bahan pembuat porositas pada beras adalah waktu rehidrasi nasi instan.

Pembuatan Nasi instan

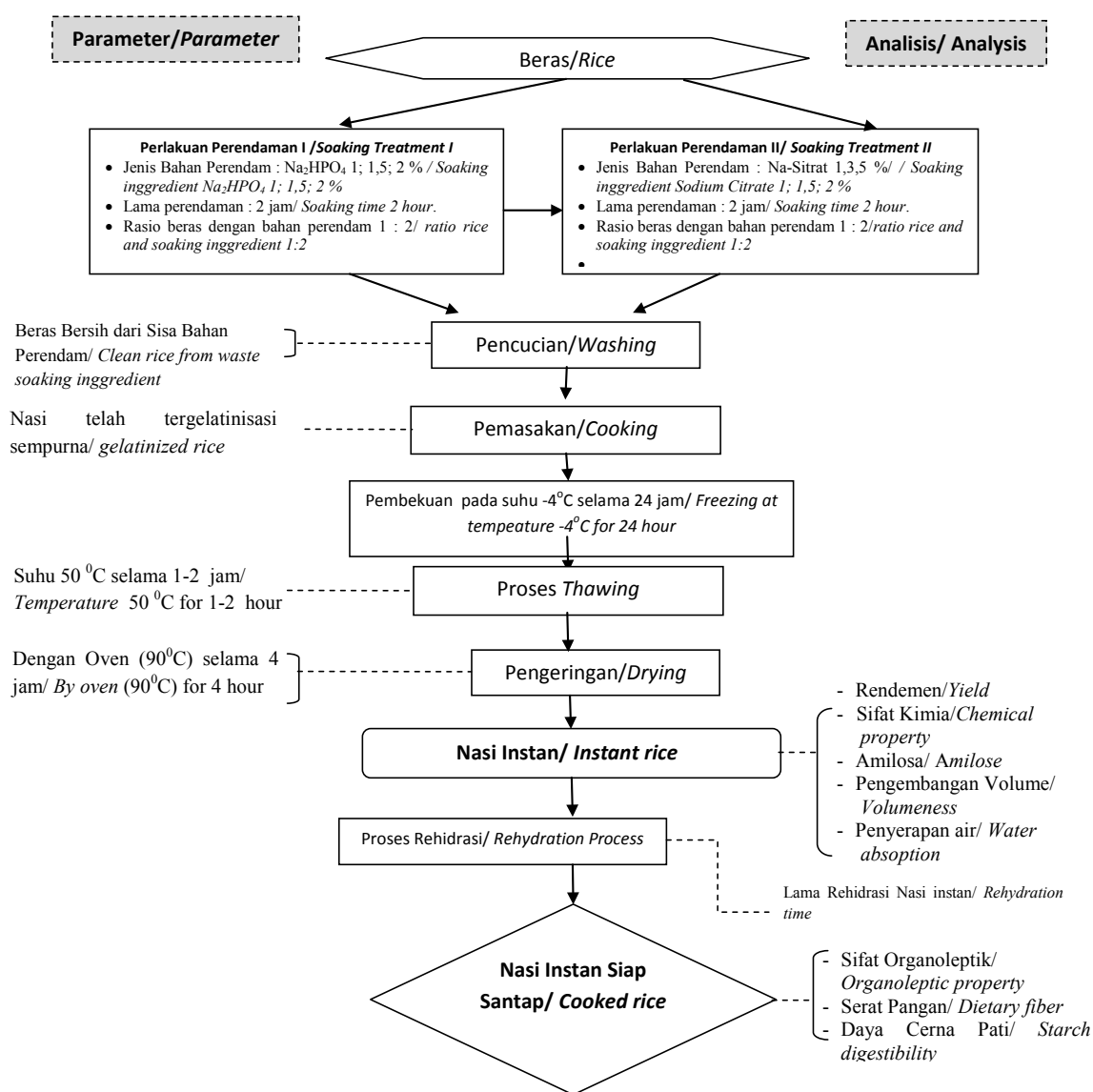
Setelah diketahui jenis bahan perendam pembuat porositas terbaik lalu diaplikasikan pada tiga varietas padi, yaitu varietas Batang Piaman, Ciherang, dan Memberamo sebanyak 100 gram direndam dalam larutan jenis bahan perendam terbaik dengan perbandingan beras dan air perendam untuk varietas Batang Piaman, Ciherang, dan Memberamo masing-masing adalah 1:3; 1:2; dan 1:2,5 selama 2 jam dan dibilas dengan air setelah proses perendaman sebanyak 3 kali. Proses pemasakan dilakukan dengan cara pemasakan *rice cooker* dengan perbandingan beras dan air 1:2, nasi yang sudah matang di masukan dalam *freezer* pada suhu -4°C selama 24

jam, *thawing* pada suhu 50°C selama 2 jam, pengeringan dengan oven pada suhu 90°C selama 3-4 jam. Nasi instan siap disajikan setelah dilakukan rehidrasi, yaitu diseduh dengan air mendidih dalam keadaan tertutup (ditentukan jumlah air yang diperlukan dan waktu seduh). Diagram alir proses pembuatan nasi instan dapat dilihat pada Gambar 1.

Analisa Mutu Nasi Instan

Analisa nasi instan meliputi analisa fisik, yaitu rendemen, waktu rehidrasi, volume pengembangan, amilografi, analisa kadar amilosa ketiga varietas padi dan produk nasi instan sebelum dan setelah di tanak ⁷, dan uji organoleptik ⁸.

Parameter yang diamati pada penelitian ini antara lain: rendemen, waktu rehidrasi, amilografi, kadar



Gambar 1. Diagram alir proses pembuatan nasi instan (modifikasi Widowati et al.⁹ dan Kryritsi et al.¹⁰)

Figure 1. Flow chart instant rice process (modification Widowati et al.⁹ and Kryritsi et al.¹⁰)

amilosa, dan uji organoleptik menggunakan skala hedonik yang digunakan mempunyai rentang dari sangat tidak suka (skala numerik = 1) sampai dengan skala sangat suka (skala numerik = 5). Panelis yang digunakan adalah panelis tidak terlatih sejumlah 25 orang. Setiap panelis diberikan formulir kuesioner uji hedonik untuk melakukan penilaian terhadap produk yang dihasilkan. Atribut mutu yang diuji meliputi warna, rasa, aroma, tekstur dan penerimaan secara umum untuk nasi instan matang serta warna, tekstur maupun penampakan secara umum untuk nasi instan mentah⁸.

Analisis Statistika

Analisis statistika dilakukan dengan *Analysis of variance* (Anova) menggunakan program SAS versi 9.1.3 untuk menganalisis perbedaan pada parameter fisik dan amilosa. Tingkat signifikansinya dinyatakan dalam $\alpha=5\%$. *Analysis non-parametric Kruskal-Wallis* dilakukan dengan menggunakan program minitab 1.4 untuk menganalisis tak berbeda nyata pada uji organoleptik ($p>5\%$).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Produksi nasi instan diawali dengan penelitian pendahuluan mengacu pada proses produksi nasi sorgum instan¹¹. Salah satu bahan baku yang penting dalam pembuatan produk instan adalah pati. Pati yang digunakan sebagai bahan baku adalah pati yang telah mengalami gelatinisasi dan dikeringkan. Meskipun pati tersebut tidak dapat kembali lagi ke sifat asalnya sebelum gelatinisasi, pati kering tersebut masih mampu menyerap air kembali dalam jumlah yang besar¹². Sifat inilah yang digunakan pada pembuatan produk instan agar produk instan yang dihasilkan dapat menyerap air kembali dengan mudah, yaitu dengan menggunakan pati yang telah tergelatinisasi.

Penelitian pendahuluan menggunakan satu varietas padi yaitu Ciherang, secara fisik menunjukkan bahwa waktu rehidrasi nasi instan dengan bahan perendam Na fosfat dan metode pemasakan *rice cooker* dengan konsentrasi 1;1,5; dan 2% berturut-turut adalah 10, 9, dan 8 menit. Adapun pemasakan metode pengaronan dengan bahan perendam Na fosfat memiliki waktu rehidrasi berkisar antar 8-10 menit. Sedangkan pada konsentrasi bahan perendam Na-Sitrat 1% dan Na-Sitrat 3% dengan cara pemasakan menggunakan *rice cooker* memiliki waktu rehidrasi rata-rata selama 4,5 menit sampai beras instan kering menjadi nasi yang siap disantap. Warna nasi putih seperti nasi yang dimasak seperti biasa dan tetap pulen. Sedangkan nasi instan pada konsentrasi

perendam Na-Sitrat 5% dengan metode pemasakan *rice cooker* memiliki waktu rehidrasi rata-rata 4 menit. Hasil analisis statistik nasi instan dengan parameter rendemen dan waktu dapat dilihat pada Tabel 1.

Berdasarkan data pada Tabel 2 semua perlakuan pada produksi nasi instan menunjukkan bahwa pada peubah rendemen tidak berbeda nyata ($pr>f = 0,4410$), angka tersebut menunjukkan bahwa semua perlakuan nasi instan pada hasil rendemen tidak berbeda nyata hasilnya, sehingga dapat disimpulkan bahwa perlakuan dari proses pengolahan nasi instan tidak berpengaruh terhadap hasil rendemen. Sedangkan pada peubah waktu rehidrasi berbeda nyata pada taraf 1% ($pr>f = <0,0001$). Angka tersebut menunjukkan bahwa semua perlakuan nasi instan terhadap waktu rehidrasi berbeda nyata, sehingga dapat disimpulkan bahwa perlakuan dari proses pengolahan nasi instan sangat berpengaruh terhadap waktu rehidrasi.

Berdasarkan uji Duncan dapat dijelaskan bahwa terdapat beda nyata pada peubah waktu rehidrasi yang disebabkan penggunaan bahan perendam dan metode pemasakan¹³. Faktor yang menyebabkan perubahan tekstur beras antara lain adalah terjadinya gelatinisasi pati beras dan berkembangnya rongga dari *cracks* pada biji beras. Gelatinisasi dapat mengakibatkan peningkatan kekerasan beras. Berdasarkan kadar amilosa, semakin tinggi kadar amilosa kekerasan dan elastisitas beras semakin rendah sehingga berpengaruh terhadap waktu rehidrasi.

Pada peubah waktu rehidrasi di cari angka nilai tengah yang paling kecil, semakin kecil nilai tengah menunjukkan bahwa waktu rehidrasi yang paling singkat (pada perlakuan N12 dengan nilai tengah 240°) yaitu pada waktu rehidrasi 4 menit. Dari hasil uji Duncan yang didapatkan yaitu pada perlakuan N12 dan peubah waktu rehidrasi (240°) 4 menit, yaitu pada nasi instan varietas Ciherang dengan rendaman Na-Sitrat 5% pemasakan *rice cooker*¹³.

Zat kimia yang dapat digunakan untuk memodifikasi struktur protein beras adalah garam sitrat, antara lain magnesium sitrat, sodium sitrat, dan kalsium sitrat. Garam sitrat ini tidak banyak berpengaruh bila digunakan tersendiri, oleh karena itu untuk menghasilkan beras instan yang diinginkan, penggunaan garam sitrat dilakukan bersama dengan perlakuan pemanasan. Perendaman beras dalam larutan sodium sitrat akan mengganggu dan menguraikan struktur protein beras, sehingga butiran menjadi porous. Sodium sitrat merupakan *buffer* dan sekuestran. Sodium sitrat anhydrous mempunyai kelarutan dalam air sebesar 57 g dalam 100 ml air pada suhu 25 °C, sedangkan sodium sitrat dihidrat mempunyai kelarutan dalam air sebesar 65 g dalam 100 ml air pada suhu 25 °C.

Tabel 1. Hasil analisis statistik nasi instan dengan parameter rendemen dan waktu rehidrasi/
Table 1. Statistical analysis result on yield and rehydration time of instant rice

Perlakuan/Treatments	Nilai Tengah/Median	
	Rendemen/Yield (%)	Waktu Rehidrasi/Rehydration time (Detik/Second)
N1	83,50 ^{ab}	585,00 ^a
N2	84,50 ^{ab}	495,00 ^{bc}
N3	84,50 ^{ab}	504,00 ^{bc}
N4	72,50 ^b	615,00 ^a
N5	80,00 ^{ab}	525,00 ^b
N6	80,50 ^{ab}	465,00 ^c
N7	83,50 ^{ab}	465,00 ^c
N8	86,00 ^{ab}	465,00 ^c
N9	87,50 ^a	345,00 ^d
N10	77,50 ^{ab}	285,00 ^e
N11	78,50 ^{ab}	285,00 ^e
N12	80,00 ^{ab}	240,00^e

Keterangan/Remarks : angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji Duncan 5%/ Means in the same column sharing the same letters did not differ significantly according to Duncan's New Multiple Range test at 0.05 level

N1: Nasi instan beras Ciherang dengan rendaman Na-Phospat 1% pemasakan aron-kukus/
steamed Ciherang instant rice soaked with 1% Na-Phospat

N2: Nasi instan beras Ciherang dengan rendaman Na-Phospat 1,5% pemasakan aron-kukus/
steamed Ciherang instant rice soaked with 1,5% Na-Phospat

N3: Nasi instan beras Ciherang dengan rendaman Na-Phospat 2% pemasakan aron-kukus/
steamed Ciherang instant rice soaked with 2% Na-Phospat

N4: Nasi instan beras Ciherang dengan rendaman Na-Phospat 1% pemasakan rice cooker/
rice-cooker Ciherang instant rice soaked with 1% Na-Phospat

N5: Nasi instan beras Ciherang dengan rendaman Na-Phospat 1,5% pemasakan rice cooker/
rice-cooker Ciherang instant rice soaked with 1,5% Na-Phospat

N6: Nasi instan beras Ciherang dengan rendaman Na-Phospat 2% pemasakan rice cooker/
rice-cooker Ciherang instant rice soaked with 2% Na-Phospat

N7: Nasi instan beras Ciherang dengan rendaman Na-Sitrat 1% pemasakan aron-kukus/
steamed Ciherang instant rice soaked with 1% Na-Sitrat

N8: Nasi instan beras Ciherang dengan rendaman Na-Sitrat 3% pemasakan aron-kukus/
steamed Ciherang instant rice soaked with 1,5% Na-Sitrat

N9: Nasi instan beras Ciherang dengan rendaman Na-Sitrat 5% pemasakan aron-kukus/
steamed Ciherang instant rice soaked with 2% Na-Sitrat

N10: Nasi instan beras Ciherang dengan rendaman Na-Sitrat 1% pemasakan rice cooker/
rice-cooker Ciherang instant rice soaked with 1% Na-Sitrat

N11: Nasi instan beras Ciherang dengan rendaman Na-Sitrat 3% pemasakan rice cooker/
rice-cooker Ciherang instant rice soaked with 1,5% Na-Sitrat

N12: Nasi instan beras Ciherang dengan rendaman Na-Sitrat 5% pemasakan rice cooker/
rice-cooker Ciherang instant rice soaked with 2% Na-Sitrat

Tabel 2. Hasil Anova pada perlakuan nasi instan/
Table 2. Anova result on instant rice treatments

Peubah/ Variables	F Hitung/ F-values	pr > f
Rendemen/Yield	1,09	0,4410
Waktu Rehidrasi/Rehydration time	63,67	< ,0001**

Keterangan/ Remarks : * berbeda nyata pada taraf 5%/ significantly different at 0.05 level,
** berbeda nyata pada taraf 1%/ significantly different at 0.01 level

Tabel 3. Nasi instan kering dan nasi instan setelah rehidrasi pada tiga varietas padi/
Table 3. Dried instant rice and after rehydration on three varieties of paddy

Varietas/ Varieties	Nasi Instan kering/ Dried instant rice	Nasi Instan setelah direhidrasi/ Rehydrated instant rice
Batang Piaman		
Ciherang		
Memberamo		

Tabel 4. Sifat fisik nasi instan sebelum dan sesudah rehidrasi pada tiga varietas padi/
Table 4. Physical properties of instant rice before and after rehydration on three varieties of paddy

Varietas/ Varieties	Berat kering sebelum rehidrasi*/ Dry weight (g)	Rendemen/ Yield (%)	Waktu Rehidrasi/ Rehydration time (menit/minute)	Berat setelah rehidrasi*/ Rehydrated weight (g)	Volume Pengembangan/ Volume expansion (%)
Batang Piaman	79,0±5,66	79,0±5,66	3,5	130,0±1,41	216±2,83
Ciherang	84,5±3,54	84,5±3,54	4,0	136,5±2,12	273±4,24
Memberamo	81,5±0,71	81,5±0,71	4,5	129,5±0,71	259±1,41

Berdasarkan penelitian pendahuluan maka metode pembuatan nasi instan terpilih adalah metode yang dapat mencapai parameter waktu rehidrasi 4 menit. Metode terpilih yaitu menggunakan jenis bahan perendam Na Sitrat dengan konsentrasi 5% dan metode pemasakan menggunakan *rice cooker*. Metode tersebut kemudian diaplikasikan pada penelitian utama. Gonzales *et al.*¹⁴, menyatakan bahwa semakin tinggi kadar amilosa viskoelastisitas beras semakin turun. Sesuai sifat beras, maka beras dengan kadar amilosa rendah teksturnya lunak dan lengket, sedangkan beras dengan amilosa tinggi teksturnya keras¹⁵.

Berdasarkan data pada Tabel 4 maka volume pengembangan varietas Batang Piaman paling rendah dikarenakan *hollow ratio* (total volume *hollow*/volume

biji) pada beras dengan amilosa tinggi cukup besar, yaitu 2,5% lebih tinggi dibandingkan beras amilosa rendah dan sedang. Hal ini disebabkan amilosa berantai lurus, sehingga gel yang dihasilkan tidak elastis¹⁶. Beras dengan amilosa rendah (amilopektin tinggi) tekstur nasi tidak keras dan lengketan tinggi. Hal ini disebabkan karena beras dengan amilopektin tinggi struktur granulanya lebih kompak, ruang udara antar granula dan ukuran granula lebih besar.

Nasi Instan dengan waktu rehidrasi paling singkat adalah varietas Batang Piaman yaitu 3,5 menit dimana tekstur matang, namun untuk rasa seperti masih sedikit keras atau sangat pera. Hal ini sesuai dengan karakteristik varietas Batang Piaman, yaitu kadar amilosanya tinggi dan tekstur pera. Perbedaan waktu rehidrasi pada tiga

varietas padi kemungkinan disebabkan oleh kadar amilosa beras. Oleh karena itu diujicobakan rasio air dan beras yang berbeda untuk mendapatkan waktu rehidrasi beras singkat maksimal 4 menit.

Proses pemasakan dilakukan dengan cara pemasakan *rice cooker* dengan rasio beras dan penambahan air pada varietas Batang Piaman adalah 1:2,25; 1:2,5; 1:3 karena memiliki kadar amilosa tinggi; sedangkan rasio pada varietas Ciherang adalah 1:2; 1:2,5 karena memiliki kadar amilosa sedang; rasio pada varietas Memberamo adalah 1:1,75; 1:2; 1:2,25 karena amilosa rendah. Semakin tinggi kadar amilosa maka rasio penambahan air pada proses pemasakan lebih banyak. Ahromrit *et al.*¹⁷ menyatakan bahwa penyerapan air dipengaruhi oleh gelatinisasi pati. Kebutuhan air untuk setiap varietas berbeda, karena daya serap air yang erat keterkaitannya dengan kadar amilosa beras dari antargalur/varietas berbeda. Rata-rata penyerapan air dari beras di Indonesia adalah 2,5 kalinya. Makin besar tingkat penyerapan air makin besar air yang dibutuhkan untuk menanak nasi.

Waktu rehidrasi maksimal 4 menit tercapai pada rasio beras: air untuk masing-masing varietas Batang Piaman 1:2,5 dan 1:3, varietas Ciherang 1:2 dan 1:2,5, dan varietas Memberamo 1:2 dan 1:2,25. Keseluruhan nasi instan pada percobaan ini memiliki tekstur dan rasa

nasi seperti nasi biasanya. Kemudian masing-masing rasio beras:air pada ketiga varietas tersebut akan dipilih yang terbaik tekstur nasi dan bentuk nasi instan keringnya dengan uji organoleptik (Tabel 5 dan 6).

Berdasarkan data uji organoleptik (Tabel 5 dan 6), maka varietas batang Piaman terpilih adalah rasio beras dan air adalah 1:3. Perlakuan pada varietas Batang Piaman tidak berbeda nyata ($p>0,05$). Varietas Ciherang yang terpilih adalah rasio beras dan air adalah 1:2,5. Pemilihan ini berdasarkan bahwa antar perlakuan tidak berbeda nyata ($p>0,05$). Varietas Memberamo yang terpilih adalah rasio beras dan air adalah 1:2,25, perlakuan pada varietas Memberamo tidak berbeda nyata ($p>0,05$).

Amilosa merupakan parameter utama yang menentukan mutu tanak dan mutu rasa nasi. Beras yang mengandung amilosa tinggi bila ditanak akan menghasilkan nasi pera dan tekstur keras setelah dingin, sebaliknya kandungan amilosa pada beras yang rendah akan menghasilkan nasi pulen dan teksturnya lunak¹⁸. Oleh karena itu, amilosa merupakan salah satu komponen mutu yang dianalisis dalam pelepasan varietas padi¹⁹.

Beras diklasifikasikan sebagai ketan atau beras beramilosa sangat rendah ($<10\%$), beras beramilosa

Tabel 5. Hasil uji organoleptik pada tiga varietas nasi instan kering/

Table 5. Organoleptic test result on three varieties of dried instant rice

Perlakuan rasio beras:air/ rice:water treatments	Nilai tengah/ Median				
	Penampakan/ Appearance	Warna/ Color	Aroma/ Flavor	Tekstur/Texture	Kesukaan/ Preferences
Batang Piaman 1:2,5	4	3	3	3	4
Batang Piaman 1:3	4	4	3	4	4
Kruskal (H)	0,83	7,33	0,05	0,09	1,64
P	0,362*	0,007	0,816*	0,764*	0,200*
Perlakuan/ Treatments	Nilai tengah/ Median				
	Penampakan/ Appearance	Warna/ Color	Aroma/ Flavor	Tekstur/Texture	Kesukaan/ Preferences
Ciherang 1:2	3	3	3	3	3
Ciherang 1:2.5	2	2	3	3	2
Kruskal (H)	2,59	6,02	0,02	1.36	4.98
P	0,107*	0,014	0,877*	0.244*	0.026
Perlakuan/ Treatments	Nilai tengah/ Median				
	Penampakan/ Appearance	Warna/ Color	Aroma/ Flavor	Tekstur/Texture	Kesukaan/ Preferences
Memberamo 1:2	3	3	3	3	3
Memberamo 1:2,25	2	2	3	3	2
Kruskal (H)	2,59	6,02	0,02	1.36	4.98
P	0,107*	0,014	0,877*	0.244*	0.026

Keterangan/ Remarks : angka yang diikuti tanda* tidak berbeda nyata berdasarkan uji Kruskal-Wallis ($p>5\%$)/ letters that followed by* no significantly different according Kruskal-Wallis test at $p>0,05$

Tabel 6. Hasil uji organoleptik pada tiga varietas nasi instan setelah rehidrasi/

Table 6. Organoleptic test result on three varieties of instant rice after rehydration

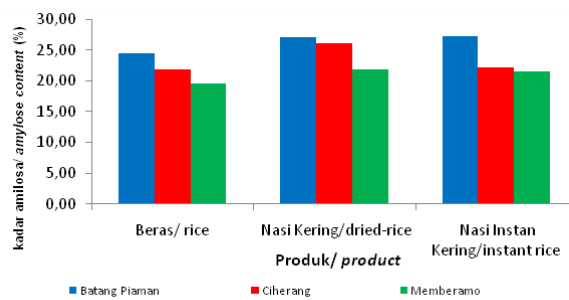
Perlakuan rasio beras:air/ rice:water Treatments	Nilai tengah/ Median					
	Penampakan/ Appearance	Warna/ Color	Aroma/ Flavor	Rasa/ Taste	Tekstur/ Texture	Kesukaan/ Preferences
Batang Piaman 1:2,5	4	4	4	3	3	4
Batang Piaman 1:3	4	4	4	3	3	4
Kruskal (H)	0,00	0,75	0,22	0,04	0,19	0,00
P	1,00*	0,388*	0,641*	0,839*	0,662*	0,992*

Perlakuan rasio beras:air/ rice:water Treatments	Nilai tengah/ Median					
	Penampakan/ Appearance	Warna/ Color	Aroma/ Flavor	Rasa/ Taste	Tekstur/ Texture	Kesukaan/ Preferences
Ciherang 1:2	3	3	3	3	3	3
Ciherang 1:2.5	3	3	3	3	3	3
Kruskal (H)	0,17	0,07	0,14	0,00	0,62	1,08
P	0,684*	0,793*	0,712*	0,977*	0,432*	0,299*

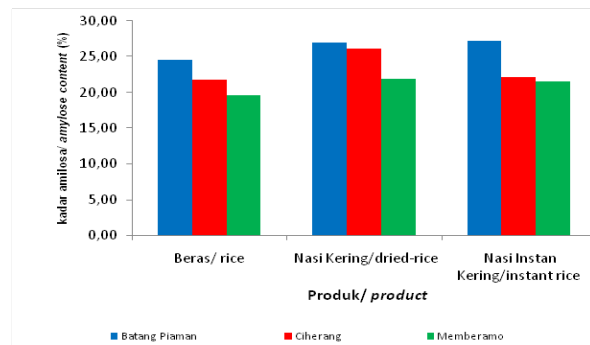
Perlakuan rasio beras:air/ rice:water Treatments	Nilai tengah/ Median					
	Penampakan/ Appearance	Warna/ Color	Aroma/ Flavor	Rasa/ Taste	Tekstur/ Texture	Kesukaan/ Preferences
Memberamo 1:2	4	4	4	4	4	4
Memberamo 1:2,25	4	4	4	4	4	4
Kruskal (H)	0,15	0,14	0,46	0,75	0,04	0,14
P	0,698*	0,712*	0,497*	0,388*	0,839*	0,712*

Keterangan/ Remarks : angka yang diikuti tanda* tidak berbeda nyata berdasarkan uji Kruskal-Wallis ($p > 5\%$)/

letters that followed by* no significantly different according Kruskal-Wallis test at $p > 0.05$



(a)



(b)

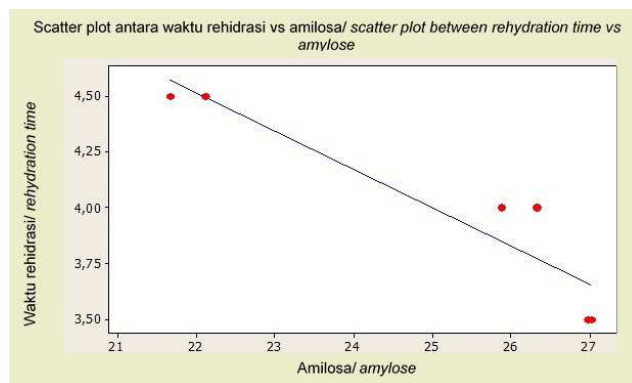
Gambar 2. Grafik pengaruh varietas padi dan pengolahan nasi instan terhadap kadar amilosa saat a) kering; b) setelah rehidrasi/

Figure 2. Graphs on influence varieties of paddy and cooking methods of instant rice on amylose content a) dried; b) after rehydration

rendah (10-20%), beras beramilosa sedang (20-24%), beras beramilosa tinggi ($>25\%$)²⁰. Berdasarkan hasil analisis kadar amilosa (Gambar 2a) menunjukkan kesesuaian dengan kriteria diatas, yaitu varietas Batang Piaman termasuk beras beramilosa tinggi ($>24\%$), beras Ciherang beramilosa sedang (20-24%), dan beras Memberamo adalah beras beramilosa rendah ($<20\%$).

Beras berkadar amilosa sedang mempunyai sifat nasi yang pulen, tidak terlalu basah maupun kering.

Sedangkan beras berkadar amilosa tinggi mempunyai sifat nasi yang keras, kering dan pera. Penggolongan ini didasarkan pada kemampuan amilosa untuk berasosiasi kembali dengan sesamanya membentuk struktur yang kaku. Bila pasta telah mendingin, energi kinetik tidak lagi cukup tinggi untuk melawan kecenderungan molekul-molekul amilosa untuk bersatu kembali. Maka terjadi proses kristalisasi kembali pati yang telah mengalami gelatinisasi atau dikenal juga sebagai proses retrogradasi.



Gambar 3 Korelasi antara amilosa dan waktu rehidrasi pada nasi instan/
Figure 3. Correlation between amylose content and rehydration time of instant rice

Gambar 2b menunjukkan terjadi peningkatan kadar amilosa setelah diproses menjadi nasi instan. Hal ini kemungkinan terjadi pemecahan struktur amilopektin pada beras oleh panas dan bereaksi dengan Na-Sitrat sehingga ikatan cabang pada amilopektin berubah menjadi lebih sederhana atau berubah menjadi struktur amilosa, sehingga menyebabkan peningkatan kadar amilosa.

Uji korelasi dilakukan untuk menentukan hubungan antara satu peubah (x) atau amilosa dengan peubah lain (y) atau waktu rehidrasi, dengan metode korelasi pearson. Berdasarkan uji korelasi diperoleh nilai koefisien korelasi sebesar -0,96. Menurut Yu *et al.*²¹, kandungan amilosa berkorelasi positif dengan kekerasan pada nasi ($0,706 \leq r \leq 0,866$, $p < 0,01$). Kekerasan nasi berkorelasi negatif dengan kelengkungan nasi ($r \leq -0,820$, $p < 0,01$). Hal ini menunjukkan bahwa kandungan amilosa memiliki pengaruh signifikan terhadap retrogradasi pati dan sifat tekstur nasi. Nasi dengan kandungan amilosa tinggi mudah untuk mengalami retrogradasi, sedangkan amilosa rendah lambat beretrogradasi.

Data pada Gambar 3 mempunyai kesamaan nilai korelasi mendekati (-1). Nilai -1 pada uji korelasi dan regresi menghasilkan grafik menurun pada grafik yang ditunjukkan oleh garis menurun dari kurva y ke x, kadar amilosa berpengaruh pada waktu rehidrasi, semakin tinggi kadar amilosa semakin cepat waktu rehidrasinya. Kadar amilosa dipengaruhi oleh varietas bahan baku nasi instan.

KESIMPULAN

1. Kadar amilosa dan metode pengolahan nasi instan memberikan pengaruh yang nyata terhadap waktu rehidrasi. Perlakuan yang terbaik adalah perendaman di dalam Na-Sitrat 5% selama 2 jam dan dimasak dengan *rice cooker*. Waktu rehidrasi adalah 4 menit, rendemen 80%.

2. Proses produksi nasi instan cenderung meningkatkan kadar amilosa. Semakin tinggi kadar amilosa maka rasio penambahan air pada proses pemasakan lebih banyak.
3. Kandungan amilosa beras berkorelasi negatif dengan waktu rehidrasi ($r \leq -0,96$). Semakin tinggi kandungan amilosa beras maka waktu rehidrasi nasi instan semakin cepat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Balai Besar Litbang Pascapanen Pertanian yang membiayai penelitian ini melalui DIPA Pascapanen tahun 2011.

DAFTAR PUSTAKA

1. Food Standards Agency and Institute of Food Research. McCance and Widdowson's The Composition of Foods, Sixth Summary Edition. Royal Society of Chemistry, Cambridge. 2002
2. Barus P. Studi penentuan kandungan karbohidrat, protein dan mineral dalam air rebusan beras sebagai minuman pengganti susu. Jurnal Sains Kimia (Suplemen). 2005; 9(3) : 15-16.
3. Meullnett JF, BP Marks, JA Hankins, VK Griffin, MG Daniels. Sensory quality of cooked long grain rice as affected by rough rice moisture content, storage temperature, and storage duration. Cereal chem. 2000; 77: 259-263.
4. Tester RF, J Karkalas, X Qi. Starch structure and digestibility enzyme-substrate relationship. World's Poultry Sci. J. 2004; 60:186-195.
5. Luh BS. Quick Cooking Rice Di dalam : Luh, B. S. (ed). Rice : Utilization. Van Nostrand Reinhold. New York. 1991; 2 : 120 – 146.
6. Singh N, Kaur L, Sodhi NS, Sekhon KS. Physicochemical, cooking and textural properties of milled rice from different Indian rice cultivars. Food Chemistry. 2005; 89: 253–259.

7. Apriyantono A, Fardiaz D, Puspitasari NL, Sedarnawati, Budiyo S. Analisis Pangan. Bogor: PAU Pangan dan Gizi IPB. 1989.
8. Meilgaard M, GC Civille, BT Carr. Sensory Evaluation Techniques. Ed ke-3. Boca Raton: CRC Press. 1999.
9. Widowati S, M Astawan, D Muchtadi, T Wresdiyati. Pemanfaatan Ekstrak Teh Hijau dalam Pengembangan Beras Instan Fungsional. Dalam Makarim AK., B. Suprihatno, Z. Zaini A. Widjono, IN Widiarta, Hermanto dan H. Kasim (eds) Inovasi Teknologi Tanaman Pangan. Prosiding Simposium Tanaman Pangan V, Buku 2. Puslitbangtan, Bogor. 2008:517-531.
10. Kyritsi A., Tzia C, Karathanos. Vitamin fortified rice grain using spraying and soaking methods. LWT-Food Science & Tech. 2011; 44: 312-320.
11. Widowati S, R Nurjanah, W. Amrinola. Proses Pembuatan dan Karakterisasi Nasi Sorgum Instan. Pros. Sem. Nas. Serealia. Peran Penelitian Serealia Menuju Swasembada Pangan Berkelanjutan. Balitserealia-Puslitbangtan. 2010: 35-48.
12. Winarno FG. Kimia Pangan dan Gizi. 2002. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
13. Widowati S, P Luna, H Herawati, A B Prianto. Teknologi produksi nasi instan dengan waktu rehidrasi singkat. Prosiding Seminar Nasional PATPI. 2011: 56-64
14. Gonzales RJ, A Livore, B Pons. Physico chemical and cooking characteristics of some rice varieties. Brazilian Archives of Biology and Technology an International Journal. 2004; 47: 71-76.
15. Perdon AA, TJ Siebenmorgen, RW Buescher, EE Gibur. Starch retrogradation and texture of cooked milled rice during storage. J. Food Sci. 1999; 64: 828-832.
16. Horigane AK, WMHG Engelaar, H Toyoshima, H Ono, M Sakai, A Okubo dan T Nagata. Differences in hollow volumes in cooked rice grains with various amylose contents as determined by NMR micro imaging. J. Food Sci. 2000; 65: 408-412.
17. A Ahromrit, DA. Ledward, K. Niranjana. High pressure induced water uptake characteristics of Thai glutinous rice. J. of Food Engineering. 2006; 72: 225-233
18. Yusof BNM, Talib RA, Karim NA. Glycemic index of eight types of commercial rice. Mal J Nutr . 2005; 11(2): 151-163.
19. Wibowo P, Indrasari S.D, Handoko D. Preferensi konsumen terhadap karakteristik beras dan kesesuaiannya dengan standar mutu beras di Jawa Tengah. Apresiasi Hasil Pertanian Padi. 2007: 821-833.
20. Alidawati, Gusminar. Teknik Analisis Kadar Amilosa Dalam Beras. Buletin Teknik Pertanian. Pustaka Litbang Departemen Pertanian. 2003; 8(2).
21. Yu S, Y Ma, Da-Wen Sun. Impact of amylose content on starch retrogradation and texture of cooked milled rice during storage. Journal of Cereal Science. 2009; 50: 139-144.

SINTESIS NANOSULOSA DARI SERAT NANAS DAN APLIKASINYA SEBAGAI *NANOFILLER* PADA FILM BERBASIS POLIVINIL ALKOHOL

Evi Savitri Iriani¹, Kendri Wahyuningsih¹, Titi Candra Sunarti² dan Asep W. Permana¹

¹*Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian*

Jl. Tentara Pelajar No. 12, Kampus Penelitian Pertanian Cimanggu Bogor, Indonesia 16114

²*Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor - Bogor, Indonesia*

Email :kendriwahyuni@gmail.com

(Diterima 01-05-2015; Disetujui 08-05-2015)

ABSTRAK

Berbagai upaya telah dilakukan untuk mengurangi ketergantungan terhadap plastik berbahan baku minyak bumi yang persediaannya terbatas dan sulit terdegradasi secara alami sehingga dapat menimbulkan masalah lingkungan. Polivinil Alkohol/PVA memiliki kompatibilitas yang baik terhadap penambahan filler berupa nanoselulosa sehingga dapat menghasilkan film komposit yang ramah lingkungan dan sifat mekanis setara plastik konvensional. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan nanoselulosa yang berasal dari serat daun nanas terhadap peningkatan sifat mekanis film komposit. Pembuatan film komposit dilakukan menggunakan metode *casting solution*. Percobaan dilakukan dengan mencampurkan larutan PVA dengan berbagai konsentrasi nanoselulosa serat nanas (10%-50%) dan konsentrasi gliserol yang terdiri dari 2 level (0% dan 1%). Karakterisasi film meliputi kuat tarik, elongasi, kristalinitas dan morfologi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan nanoselulosa serat nanas 10-40% dapat meningkatkan kuat tarik dan elongasi, namun penambahan hingga 50% justru menurunkan nilai elongasi. Penambahan *plasticizer* gliserol cenderung menurunkan kuat tarik dan elongasi. Hal ini didukung oleh data XRD yang menunjukkan bahwa penambahan nanoselulosa efektif meningkatkan sifat kristalinitas, namun sifat tersebut menurun setelah ditambahkan gliserol. Penambahan nanoselulosa 40% dan tanpa penambahan gliserol menghasilkan film komposit dengan sifat mekanis terbaik.

Kata kunci : polivinil alkohol, film komposit, nanoselulosa serat nanas, kuat tarik, elongasi

ABSTRACT

Evi Savitri Iriani, Kendri Wahyuningsih, Titi Candra Sunarti and Asep W. Permana. 2015. Nanocellulose synthesis from pineapple fiber and its application as nanofiller in polyvinyl alcohol-based film.

A variety of attempts have been made to reduce the dependence on petroleum raw materials based plastics which are limited supply and difficult to degrade, so it can cause the environment problems. Polyvinyl Alcohol/PVA, one of the water-soluble polymer, has good compatibility with fillers, i.e., nanocellulose addition, so it can resulted a composite films that are environmentally friendly and the mechanical properties close to conventional plastic. The objectives of research was to know the effect of pineapple nanocellulose fibers addition on the improvement of the mechanical properties of composite films based on polyvinyl alcohol. The method for manufactured of composite films using solution casting. A simple in a one-pot process was carried out by mixing of PVA solution in various concentration of pineapple nanocellulose fibers (10% - 50%) and glycerol with 2 levels (0% and 1%). Films observations were tensile strength, elongation, crystallinity, and morphology. The results shows that the addition of nanocellulose fibers 10-40% were effective in increasing tensile strength and elongation, but the higher addition (of up to 50%) resulted in decreased elongation. The addition of glycerol on the composite film tends to lower the tensile strength and elongation. This is supported by the XRD data showed that the addition of nanocellulose was also effective to improve the crystallinity properties of the films, but the properties of crystallinity decreased after adding glycerol. The best mechanical properties of composite film produced by the treatment on nanocellulose 40% addition and without glycerol.

Key words : polyvinyl alcohol, composite films, pineapple nanocellulose fibers, tensile strength, elongation

PENDAHULUAN

Ketergantungan manusia terhadap kemasan plastik dalam kehidupan sehari-hari sangat tinggi. Saat ini produksi plastik dunia diperkirakan mencapai 100 juta ton setiap tahunnya¹. Padahal bahan baku untuk pembuatan plastik berasal dari minyak bumi yang persediaannya terbatas serta sulit untuk didegradasi oleh alam sehingga dapat menimbulkan masalah lingkungan. Selain itu migrasi monomer dari plastik ke dalam produk pangan yang dikemas dapat menimbulkan berbagai masalah kesehatan seperti gangguan pada sistem hormon dan reproduksi disamping pemicu kanker². Oleh karena itu perlu dicari kemasan alternatif yang aman bagi kesehatan serta ramah lingkungan untuk dapat menggantikan plastik. Namun demikian, kemasan ramah lingkungan memiliki kelemahan khususnya sifat mekanisnya.

Plastik dengan penambahan komposit serat memiliki kelenturan dan elastik modulus yang baik³. Penambahan komposit serat dalam ukuran nanometer saat ini sedang berkembang di dunia penelitian karena nanoserat memiliki luas *interface* yang sangat besar sehingga apabila dikompositkan dan terdistribusi merata akan mengubah mobilitas molekuler dan sifat relaksasi menghasilkan komposit dengan fleksibilitas, kekakuan dan ketahanan panas serta listrik yang baik^{4,5,6,7}.

Serat yang mengandung selulosa merupakan polimer alami yang sangat kuat dan secara ekonomi relatif lebih murah. Salah satu sumber serat yang potensial adalah serat nanas. Menurut Onggo dan Jovita⁸, serat daun nanas memiliki komposisi kimia yang cukup potensial sebagai sumber selulosa yaitu α -selulosa dengan komposisi sebesar 69,5 – 71,5%. Kelebihan α -selulosa dibandingkan jenis selulosa lainnya adalah memiliki rantai polimer yang panjang dan derajat polimerisasinya tinggi, kualitas selulosanya juga paling tinggi/murni⁹. Selain itu serat daun nanas juga memiliki sifat fisik dan mekanis (elastisitas, *torsional*, *flexural rigidity*) yang relatif lebih besar dibandingkan serat dari kapas sehingga berpotensi dikembangkan untuk bahan komposit sebagai bahan *reinforced* plastik¹⁰. Kondisi rantai selulosa yang panjang dan bergabung dalam molekul-molekulnya serta memiliki ikatan hydrogen yang cukup stabil, maka selulosa dapat dibuat dalam bentuk nanoselulosa. Nanoselulosa merupakan selulosa yang memiliki ukuran diameter dalam nanometer (2–20 nm) dan panjangnya antara ratusan sampai ribuan nanometer⁵, termasuk nanokomposit yang ringan dan memiliki kekuatan besar dengan biaya yang cukup rendah^{11,12}. Nanoselulosa yang dibuat dalam bentuk *biofilm* memiliki sifat fisik dan mekanis yang kurang baik yaitu rapuh, kaku dan kuat tariknya lemah.

Polivinil alkohol (PVA) memiliki rumus kimia $[(C_2H_4OH)_x]$ dengan berat molekul antara 26.300–30.000, titik leleh 180-190 °C, dan derajat hidrolisis 86,5-89%¹³ merupakan polimer sintetis yang mudah larut dalam air, sedikit larut dalam etanol tapi tidak larut dalam pelarut organik lainnya, tidak berbau, tidak memiliki rasa, tidak beracun, dapat terdegradasi secara alami atau *biodegradable*¹⁴. Hal yang menyebabkan PVA banyak digunakan sebagai bahan kemasan alternatif yang menjanjikan karena sifatnya yang sangat baik dalam pembentukan kemasan, tahan terhadap minyak dan lemak, memiliki kekuatan tarik dan fleksibilitas tinggi¹⁴. Namun sifat ini sangat tergantung pada kelembaban, semakin tinggi kelembaban maka akan semakin banyak air yang diserap dari lingkungan sekitar. Akibatnya akan mengurangi kekuatan tarik, meningkatkan elongasi dan kekuatan sobek dari film PVA ini¹⁴.

Menurut Roohani *et al.*⁷, PVA memiliki kompatibilitas yang baik jika ditambahkan *filler* berupa nanoselulosa sehingga dapat menghasilkan produk nanokomposit yang ramah lingkungan. Dengan demikian penambahan nanoserat selulosa pada film berbasis PVA diharapkan mampu meningkatkan dan memperbaiki sifat mekanisnya. Beberapa penelitian *edible film* telah dilakukan dengan penambahan nanoselulosa yang berasal dari serat, ternyata dapat memperbaiki dan meningkatkan sifat mekanis^{5,15,16,17,18}, sifat *barrier*¹⁹, dan kemampuan agregasi dengan partikel lain yang lebih baik²⁰.

Hasil penelitian Tang and Liu¹⁵, membuktikan bahwa penambahan nanoserat selulosa yang tinggi ($\geq 40\%$ berat) pada pembuatan film berbasis larutan PVA, dapat meningkatkan kekuatan mekanisnya hingga 50 % dan *Young's Modulus* lebih dari 600%. Penambahan nanoselulosa antara 0% sampai 10% juga mampu meningkatkan sifat mekanis dan kekuatan film¹⁷. Studi yang telah dilakukan Azeredo *et al.* (2010)¹⁸, menambahkan nanoselulosa 15% pada film kitosan menghasilkan film yang memiliki sifat kekuatan yang sama dengan film dari polimer sintetis, tetapi terjadi penurunan sifat mekanis dan kecepatan transmisi uap air.

Selain itu menurut Pudjiastuti *et al.* (2012)²¹, sifat mekanis tersebut dapat meningkat dengan penambahan *plasticizer*. *Plasticizer* yang umumnya digunakan adalah poliols dan mono, di dan oligosakarida, gliserol dan sorbitol karena tipe dan konsentrasi *plasticizer* dapat mempengaruhi sifat fisik, mekanis dan *barrier water vapor film*²². *Plasticizer* gliserol memberikan hasil yang terbaik terhadap karakteristik *edible film* dibandingkan sorbitol²³.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan konsentrasi nanoselulosa serat daun nanas

dan penambahan gliserol terhadap sifat mekanis film komposit berbasis PVA.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Penelitian dilaksanakan dari bulan Juni-Desember 2014 di Balai Besar Pascapanen Pertanian. Bahan baku yang digunakan dalam penelitian adalah Polivinil Alkohol (PVA) Celvol TM Sekisui Chemical Co.ltd, serat daun nanas CV. Hasanah Niaga Bandung Provinsi Jawa Barat, *plasticizer* gliserol teknis PT. Brataco, akuades, dan beberapa bahan untuk analisis.

Alat yang digunakan antara lain *hot plate*, *teflon*, *oven* dan instrumen pengujian meliputi *Ultra Fine Grinder* (Masuko Corp, Japan), *Particle Size Analyzer* (PSA) Malvern, *Transmission Electron Microscope* (TEM) FEI Tecna G2spirit, *X-ray Diffraction* (XRD) Bruker D8 Advance, *Universal Testing Machine* (UTM) LF Plus series digital merk LLOYD, *Scanning Electron Microscope* (SEM) Zeiss EVO MA10.

Metode Penelitian

Pembuatan Nanoselulosa²⁴

Selulosa diisolasi dengan menggunakan *Sodium khlorit* konsentrasi 100%. Selulosa selanjutnya dihidrolisa dengan larutan asam sulfat (64 % b/b) disertai dengan pengadukan yang kuat pada suhu 45 °C selama 60 dan 90 menit. Proses hidrolisa dihentikan dengan penambahan air dingin. Suspensi selulosa dicuci dengan *deionised-water* dan dipisahkan dengan cara sentrifugasi. Suspensi kemudian didialisis dan disonikasi selama 20 menit untuk mendispersikan selulosa ke dalam air.

Nanoselulosa dibuat dengan *Ultra Fine Grinder*, selulosa serat nanas dilarutkan dalam aqua destilat pada konsentrasi 2% (bahan kering). Kemudian dimasukkan ke dalam *ultra fine grinder* (Masuko Corp, Japan). Alat dioperasikan dengan kecepatan 1500 rpm pada *gap* 0, *gap* -3, *gap* -5 dan *gap* -10 secara berurutan. Proses di atas diulang sebanyak 10-20 kali untuk masing-masing tingkat *gap* hingga diperoleh suspensi nanoselulosa kental. Suspensi nanoselulosa disimpan pada suhu 4 °C hingga saatnya digunakan. Untuk melihat ukuran partikel nanoselulosa digunakan PSA pada pengenceran 10 kali dan indeks bias rata-rata sampel yang terukur 1,3365.

Pembuatan Film Komposit Berbasis Polivinil Alkohol (PVA)

Kristal PVA (1,5g) dilarutkan dalam akuades sebanyak 15 ml dan campuran dipanaskan pada suhu

80 °C selama 2 jam²⁵ dan didinginkan. Nanoselulosa ditambahkan kedalamnya dengan variasi proporsi 10%, 20%, 30%, 40% dan 50 % berat (b/b) PVA. Pencampuran dilakukan dengan menggunakan *stirrer* selama 2 jam. Bahan tersebut dicetak dengan teflon berdiameter 120 mm untuk mendapatkan film. Film dikeringkan dalam oven Memmert selama 5 jam pada suhu 65 °C²⁶. Film yang dihasilkan disimpan dalam desikator atau dimasukkan dalam wadah tertutup yang berisi silika gel.

Film komposit dibuat dengan cara serupa, namun ada penambahan *plasticizer* gliserol sebesar 1% dari berat total campuran larutan PVA dan nanoselulosa. Komposisi film komposit sesuai kode sampelnya dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi film komposit

Table 1. Composition of composite films

No. Num.	Kode Sampel / Sample codes	Komposisi (%) / Composition (%)		
		[PVA] 10% /[PVA] 10%	Nanoselulosa Nanocellulose	Gliserol Glycerol
1	P10N10G0	90	10	0
2	P10N20G0	80	20	0
3	P10N30G0	70	30	0
4	P10N40G0	60	40	0
5	P10N50G0	50	50	0
6	P10N10G1	89	10	1
7	P10N20G1	79	20	1
8	P10N30G1	69	30	1
9	P10N40G1	59	40	1
10	P10N50G1	49	50	1

Analisis Kristanilitas

Analisis kristalinitas setiap sampel film diuji menggunakan *X-ray Diffraction* (XRD) Bruker D8. Sampel dipotong dengan diameter 3 cm dan dianalisis dengan menggunakan radiasi K α Cu ($\lambda=1.54060$) di bawah kondisi operasional pada 40 kV dan 35 mA dengan kecepatan pemindaian 1°/min.

Analisis Sifat Mekanis

Sifat mekanis film diukur menggunakan *Universal Testing Machine* (UTM) NEXYGEN Llyod Instrument Ltd. UTM dilengkapi dengan beban 500 N dan grip yang digerakkan dengan kecepatan 100mm/menit. Film dipotong dengan ukuran 50 mm x 20 mm. Film dijepit diantara grip yang berjarak awal antar grip 50 mm. Pengukuran diulang sebanyak 2 kali. Parameter yang diuji adalah nilai kekuatan tarik (*Tensile strength*), dan elongasi.

Analisis Struktur Morfologi

Analisis struktur morfologi dilakukan dengan menggunakan *Scanning Electrone Microscope* (SEM) Zeiss EVO MA10. Sampel yang dianalisis menggunakan SEM meliputi selulosa serat nanas dan film komposit yang dihasilkan. Sampel dipotong kecil (2mm x 2mm) dan dipasang pada penampang visualisasi perunggu dengan menggunakan *double-site tape*. Permukaan sampel dilapisi dengan lapisan emas tipis pada kondisi *sputter time* 60 detik dan *sputter current* 20 mA. Sampel dimasukkan ke dalam alat SEM dan gambar permukaannya diambil menggunakan detektor SE (*Secondary Electron*), *working distance* (WD) 11,5-12 mm dan EHT 11,0 kV. Sedangkan untuk melihat distribusi atau sebaran partikel nanoselulosa digunakan *Transmission Electrone Microscope* (TEM) FEI Tecnai G2spirit. Sampel diencerkan 20 kali di bawah kondisi operasi *high tension* 120 kV dan menggunakan *holey carbon grid*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembuatan nanoselulosa dari serat nanas dilakukan dengan kombinasi perlakuan kimia dan mekanis, perlakuan kimia untuk proses delignifikasi dan perlakuan mekanis menggunakan *Ultra Fine Grinder* untuk proses defibrilasi. Selulosa serat nanas yang diperoleh dari proses delignifikasi diamati struktur morfologinya (Gambar 1). Pada Gambar 1 tampak bahwa belum semua serat selulosa terdefibrilasi menjadi fibril selulosa yang berukuran kecil, sebagian dari serat selulosa masih bersatu membentuk bundel. Bersatunya serat selulosa tersebut diduga masih terdapat lignin dan hemiselulosa yang menyerupai perekat. Untuk mendapatkan bentuk lembaran serabut atau serat selulosa dalam ukuran nanoselulosa yang menyerupai benang, maka serat

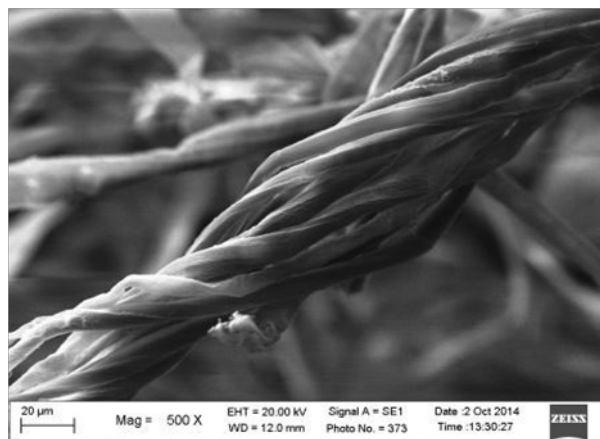
selulosa tersebut diuraikan secara mekanik dengan *Ultra Fine Grinder*.

Suspensi nanoselulosa serat nanas yang diperoleh dari proses mekanis diamati ukuran partikelnya dengan menggunakan *particle size analyzer* (PSA) yang dilakukan pada pengenceran 10 kali. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa nanoselulosa serat nanas memiliki ukuran rata-rata 284,6 nm. Hasil pengamatan struktur internal nanoselulosa dengan menggunakan TEM menunjukkan bahwa nanoselulosa yang dihasilkan sudah berukuran di bawah 100 nm dan sudah terfibrilasi secara merata, seperti terlihat pada Gambar 2. Hal ini menunjukkan bahwa proses pengecilan ukuran menggunakan metode mekanis *Ultra Fine Grinder* sudah tepat.

Selulosa yang terkandung di dalam serat daun nanas ini cukup potensial dikembangkan untuk bahan komposit sebagai *reinforced* plastik. Hal itu dikarenakan serat daun nanas memiliki sifat fisik dan mekanis yang relatif lebih besar dibandingkan serat dari kapas¹⁰, secara ekonomi juga relatif lebih murah karena tanaman nanas sudah banyak dibudidayakan di tanah air. Serat daun nanas memiliki komposisi kimia yang cukup besar yaitu α -selulosa dengan komposisi sebesar 69,5-71,5%⁸. Kelebihan α -selulosa dibandingkan β -selulosa dan γ -selulosa adalah memiliki rantai polimer yang panjang dan derajat polimerisasinya tinggi, kualitas selulosanya juga paling tinggi/murni⁹. Rantai polimer α -selulosa pada serat nanas yang dibuat dalam ukuran nanometer dan memiliki sifat kristalinitas yang tinggi ternyata mampu meningkatkan sifat mekanis film komposit berbasis PVA-nanoselulosa.

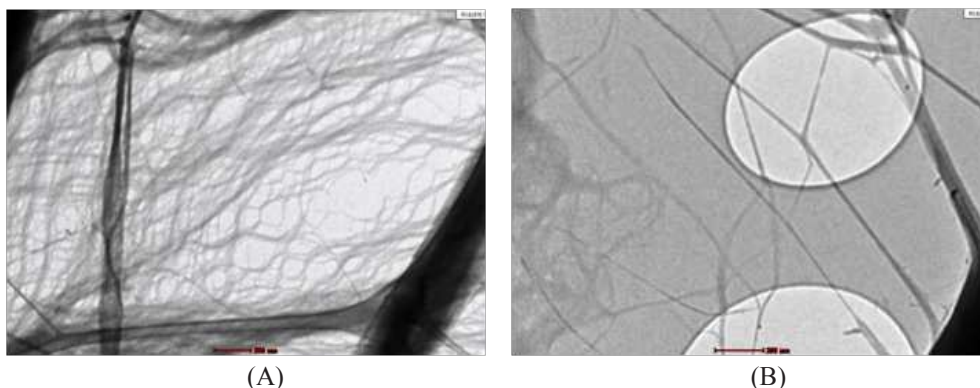
Kristalinitas

Perbandingan sifat kristalinitas film disajikan pada Gambar 3 yaitu antara film PVA sebelum ditambah



Gambar 1. Hasil SEM selulosa serat nanas perbesaran 500X

Figure 1. Result of Scanning Electron Microscopy of pineapple sellulose fibers with magnification 500X



Gambar 2. Hasil TEM nanoselulosa serat nanas dengan perbesaran: (A) 13.500X (B) 46.000X
Figure 2. TEM results of pineapple nanocellulose fibers with magnification (A) 13,500X (B) 46,000X

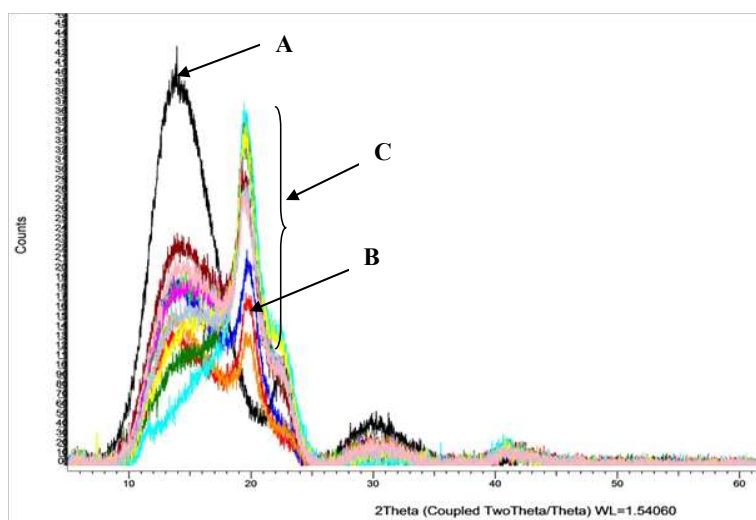
nanoselulosa dengan film PVA setelah ditambahkan *filler* nanoselulosa. Difraktogram film nanoselulosa serat nanas pada Gambar 3 (A) memperlihatkan satu puncak yang melebar pada daerah 2θ di bawah 20° dan presentase kristalinitasnya 55,4%, hal ini menunjukkan bahwa nanoselulosa serat nanas mempunyai struktur molekul semikristalin atau susunan rantai polimernya tersusun secara teratur. Sedangkan difraktogram film PVA (sebelum penambahan nanoselulosa) pada Gambar 3 (B) memperlihatkan 2 puncak yang dominan, namun puncak yang paling tajam (puncak berwarna merah) terjadi pada daerah 2θ sekitar 20° . Menurut hasil penelitian Chen Yun *et al.*²⁷, difraktogram film PVA menunjukkan puncak yang tajam pada $2\theta = 19,4^\circ$.

Gambar 3 (C) menunjukkan difraktogram film PVA setelah penambahan nanoselulosa atau film komposit. Film komposit ini memiliki intensitas puncak yang lebih tinggi dibandingkan film PVA. Hal ini diduga karena film komposit mengalami peningkatan derajat

kristalinitas setelah penambahan nanoselulosa. Menurut Chen *et al.*²⁸, perubahan pada intensitas puncak difraksi menunjukkan terjadinya perubahan pada struktur kristal atau keteraturan rantai molekul selulosa.

Pengaruh penambahan nanoselulosa dan gliserol berpengaruh terhadap kristalinitas film komposit sebagaimana terdapat pada Gambar 4. Pada Gambar tersebut terlihat bahwa nilai korelasi antara konsentrasi nanoselulosa dengan kristalinitas sebesar 0,806 maka dapat disimpulkan bahwa penambahan nanoselulosa hingga 50% b/b berpengaruh nyata pada kristalinitas dari film komposit tanpa penambahan gliserol.

Film komposit tanpa penambahan gliserol mengalami peningkatan persentase kristalinitas seiring dengan bertambahnya nanoselulosa yang ditambahkan ke dalam film PVA, hal ini menunjukkan bahwa penambahan nanoselulosa ke dalam film berbasis PVA dapat memperbaiki atau meningkatkan kualitas film tersebut. Hasil penelitian Savadekar *et.al*¹⁶ juga



Gambar 3. Difraktogram X-ray : (A) film nanoselulosa, (B) film PVA dan (C) film komposit
Figure 3. X-Ray diffractogram : (A) nanocellulose film, (B) PVA film and (C) composite films

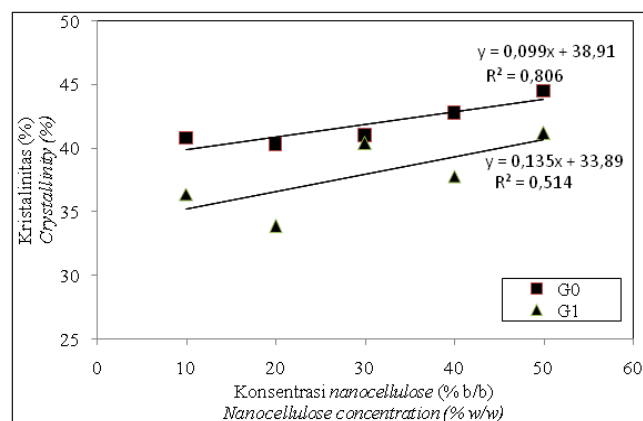
menunjukkan persentase kristalinitas film nanokomposit mengalami peningkatan dengan meningkatnya konsentrasi nanoselulosa yang ditambahkan.

Sementara itu, penambahan *plasticizer* gliserol dapat menurunkan persentase kristalinitas dari film komposit tersebut. Hal tersebut karena gliserol merupakan bahan yang mampu membentuk banyak ikatan Hidrogen dan berinteraksi dengan polimer dengan cara mengganggu ikatan polimer-polimernya sehingga menciptakan jarak antar rantai partikel²⁹. Terganggunya atau tidak stabilnya ikatan antar molekul pada film komposit ini menyebabkan jarak antar molekul tidak teratur sehingga interaksi tarik-menarik dan ikatan antar molekulnya menjadi lemah yang berarti molekulnya bersifat amorf dan kristalinitas film menurun. Hal ini didukung juga dari hasil SEM film komposit dengan penambahan gliserol pada Gambar 6 d), e) dan f) yang terlihat bahwa sebaran distribusi nanoselulosa pada permukaan film kurang nampak jelas, diduga sebagian dari nanoselulosa telah melebur bereaksi dengan gliserol.

Sifat Mekanis

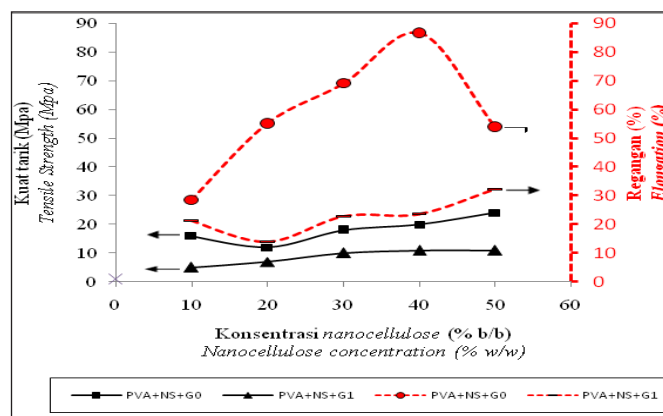
Sifat mekanis film komposit ditunjukkan pada Gambar 5, bahwa peningkatan konsentrasi nanoselulosa yang ditambahkan berpengaruh pada peningkatan nilai kuat tarik dan elongasinya. Namun peningkatan elongasi tersebut sebatas sampai penambahan nanoselulosa sebanyak 40%, pada penambahan nanoselulosa 50% mengalami penurunan elongasi. Hal ini diduga disebabkan oleh kurangnya homogenitas nanoselulosa ke dalam campuran, karena proses pencampuran dilakukan pada kondisi waktu reaksi dan kecepatan pengadukan yang sama untuk semua jenis perlakuan.

Gambar 5 juga menunjukkan bahwa penambahan gliserol telah menurunkan nilai kuat tarik dan elongasi film komposit. Penelitian Savadekar and Mhaske¹⁶; Henriette *et al.*¹⁸ menghasilkan film komposit dengan penambahan gliserol dapat menurunkan nilai elongasinya. Hal ini diduga penambahan *plasticizer* telah menginduksi peningkatan mobilitas pada rantai polimer sehingga menyebabkan penurunan nilai kuat tarik dan



Keterangan/Remarks : G0 = film komposit tanpa penambahan gliserol/composite films without glycerol
G1 = film komposit + gliserol / composite films + glycerol

Gambar 4. Pengaruh penambahan nanoselulosa dan gliserol terhadap kristalinitas film komposit
Figure 4. Effect of nanocellulose fibers addition and glycerol on the crystallinity of composite film



Gambar 5. Kekuatan tarik dan sifat elongasi film komposit berbasis PVA- nanoselulosa serat nanas
Figure 5. Tensile strength and elongation properties of composite films based on PVA- pineapple nanocellulose fibers

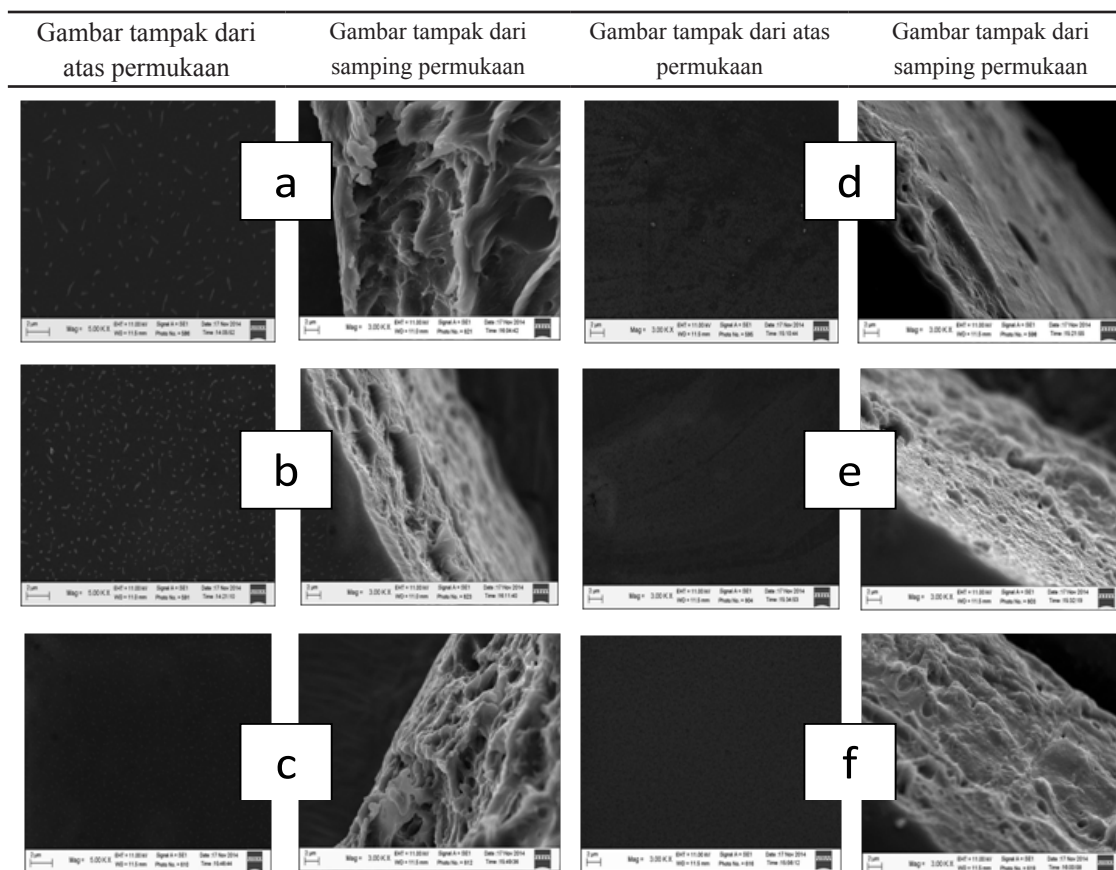
elongasi³⁰. Dengan demikian proses pencampuran yang dilakukan pada kondisi suhu kamar berpengaruh terhadap homogenitas komposit tersebut sehingga kompatibilitas antara nanoselulosa dan gliserol berkurang.

Secara fisik dan pengamatan visual, film komposit dengan penambahan gliserol memiliki permukaan yang lebih halus, lebih elastis dan tidak mudah retak. Menurut Al Awwaly KU *et al.*³¹, penambahan *plasticizer* gliserol dapat mengurangi daya tarik antar intermolekuler rantai polimer sehingga mengurangi sifat mudah retak.

Struktur Morfologi Film Komposit

Struktur morfologi permukaan film komposit dapat dilihat pada Gambar 6. Pada Gambar 6 a), b) dan c) tampak adanya noktah putih di atas permukaan gambar yang diduga merupakan nanoselulosa yang terdispersi secara merata pada film komposit. Peningkatan konsentrasi nanoselulosa berpengaruh terhadap distribusinya pada permukaan film yaitu semakin meningkat jumlah nanoselulosa yang ditambahkan sebaran nanoselulosanya semakin rapat dan padat

sehingga sangat berpengaruh terhadap sifat mekanis dan kristalinitas film. Sementara itu, penambahan gliserol juga sangat berpengaruh terhadap permukaan film, pada Gambar 6 d), e) dan f) terlihat bahwa sebaran distribusi nanoselulosa pada permukaan film nampak kurang jelas. Hal ini diduga telah terjadi reaksi antara ikatan Hidrogen pada gliserol dengan ikatan-ikatan polimer pada selulosa sehingga mempengaruhi sifat fisik, sifat mekanis dan struktur kristalinitas film komposit. Hal ini didukung oleh data hasil pengamatan dengan XRD, yaitu penambahan gliserol pada film komposit telah menurunkan derajat kristalinitasnya. Secara fisik dan visual dari hasil pengamatan dengan indera peraba juga menunjukkan bahwa permukaan film komposit dengan penambahan gliserol lebih halus dan rata. Penelitian Al Awwaly KU *et al.*³¹ menguji *edible film* menggunakan metode SEM menunjukkan bahwa penambahan gliserol menghasilkan mikrostruktur film yang lebih rata pada permukaannya. Berdasarkan Gambar 6 a), b) dan c), pengamatan dari bagian samping sisi permukaan film komposit menunjukkan bahwa struktur internal film



Gambar 6. SEM film komposit dengan perbesaran 5.000X dan 3.000X: a) P10N10G0 b) P10N30G0 c) P10N40G0 d) P10N10G1 e) P10N30G1 f) P10N40G1

Figure 6. SEM of composite films with magnification 5,000X and 3,000X: a) P10N10G0 b) P10N30G0 c) P10N40G0 d) P10N10G1 e) P10N30G1 f) P10N50G1

komposit tanpa penambahan gliserol tampak berserabut atau bergelombang secara tidak teratur. Penampakan serabut-serabut yang tidak teratur ini diduga merupakan nanoselulosa yang telah terdispersi di dalam film PVA. Sedangkan struktur internal film komposit dengan penambahan gliserol tampak lebih rata gelombangnya sesuai yang ditunjukkan pada Gambar 6 d), e) dan f).

KESIMPULAN

1. Penambahan nanoselulosa serat nanas sebesar 10%, 20%, 30%, 40% dan 50% pada film berbasis polivinil alkohol (PVA) dapat meningkatkan nilai kuat tarik dan elongasi. Namun pada saat penambahan nanoselulosa 50%, elongasinya justru menurun.
2. Penambahan nanoselulosa pada film PVA meningkatkan sifat kristalinitas film komposit, namun dengan penambahan *plasticizer* gliserol sifat kristalinitas film cenderung menurun dan tidak stabil.
3. Perlakuan yang menghasilkan film komposit dengan sifat mekanis terbaik dicapai pada kondisi penambahan nanoselulosa sebesar 40% dan tanpa penambahan gliserol.

DAFTAR PUSTAKA

1. Anonymous. 2010. Bioplastic at a glance. www.european-bioplastics.org. Akses tanggal 18 Februari 2010.
2. Sulchan M, NW Endang. Keamanan pangan kemasan plastik dan styrofoam. *Majalah Kedokteran Indonesia*. 2007;57(2):54-59.
3. Mallick PK. Fiber-reinforced composites : materials, manufacturing and design. Newyork: Marcel Dekker: 1993.
4. Kvien I, Oksman K. Orientation of cellulose nanowhiskers in polyvinyl alcohol. *Applied Physics A: Materials science and Processing*. 2007;87(4):641-643.
5. Azeredo HMC, Mattoso LHC, Wood D, Williams TG, Bustillos RJA, McHugh TH. Nanocomposite edible film from mango puree reinforced with cellulose nanofibers. *Journal of Food Science*. 2009; 74(5):31-35.
6. Bondeson D, Oksman K. Dispersion and characteristics of surfactant modified cellulose whiskers nanocomposites. *Composite Interfaces*. 2007;14:617-630.
7. Roohani M, Habibi Y, Belgacem YM, Ebrahim G, Karimi AN, Dufresne A. Cellulose whiskers reinforced polyvinyl alcohol copolymer nanocomposites. *European Polymer Journal*. 2008;44:2489-2498
8. Onggo H, Jovita T. Pengaruh sodium hidroksida dan hydrogen peroksida terhadap rendemen dan warna pulp dari serat nanas. LIPI. Bandung. 2003.
9. Nuringtyas TR. Karbohidrat. Yogyakarta. Gadjah Mada University Press. 2010.
10. Hidayat Praktikno. Teknologi pemanfaatan serat daun nanas sebagai alternatif bahan baku tekstil. *Teknoin*. 2008; 13(2) : 31-35.
11. Helbert W, Cavaillé JY, Dufresne A. Thermoplastic nanocomposites filled with wheat starw cellulose whiskers. Part I : processing and mechanical behavior. *Polymers Compos*. 1996;17(4):604-611.
12. Podsiadlo P, Choi SY, Shim B, Lee J, Cuddihy M, Kotov NA. Molecularly engineered nanocomposites : layer-by-layer assembly of cellulose nanocrystals. *Biomacromolecules*. 2005;6:2908-2914.
13. Saxena A, Elder TJ, Kenvin J, Ragauskas AJ. High oxygen nanocomposite barrier films based on xylan and nanocrystalline cellulose. *Nano-Micro Lett*. 2010, 2:235-241.
14. Tang X, Alavi S. Recent advances in starch, polyvinyl alcohol based polymer blends, nanocomposites and their biodegradability. *Carbohydrate Polymers*. 2011;85:7-16.
15. Tang C, Liu H. Cellulose nanofiber reinforced poly(vinyl alcohol) composite film with high visible light transmittance. *Compos A*. 2008;39(10):1638-1643.
16. Savadekar NR, Mhaske ST. Synthesis of nanocellulose fibers and effect on thermoplastics starch based films. *Carbohydrate Polymers*. 2012; 89:146-151.
17. Hasan MF. Development of chitosan based film enhanced with nanocellulose fiber extracted from oil palm empty fruit (OPEFB) [thesis]. Malaysia:Faculty of Chemical Engineering Universiti Teknologi Malaysia; 2013.
18. Azeredo HMC, Mattoso LHC, Bustillos RJA, Pilho GC, Munford ML, Wood D, McHugh TH. Nanocellulose reinforced Chitosan composite films affected by nanofiller loading and plasticizer content. *Journal of Food Science*. 2010;75(1):N1-N7.
19. Pereda M, Amica G, Racz I, Marcovich NE. Structure and properties of nanocomposite films based on sodium caseinate and nanocellulose fibers. *Journal of Food Engineering*. 2011; 103:76-83.
20. Winarno FG dan Fernandez IE. Nanoteknologi bagi industri pangan dan kemasan [cetakan pertama]. Bogor : M-BRIO Press; 2010.
21. Pudjiastuti W, Listyarini A, Sudirman. Polimer nanokomposit sebagai master batch polimer biodegradable untuk kemasan makanan. *J. Riset Industri*. 2012;VI(1):51-60.
22. Cuq B, Gontard N, Cuq JL, Guilbert S. Selected functional of fish myofibrillar protein-based films as affected by hydrophilic plasticizer.1997. In Galietta G, Di Gioia L, Guilbert S, Cuq B. Mechanical and thermomechanical properties of films based on whey proteins as affected by plasticizer and crosslinking agents. *J. Dairy Science*. 1998;81:3123-3130.

Sintesis Nanoselulosa Dari Serat Nanas dan Aplikasinya Sebagai *Nanofiller* Pada Film Berbasis Polivinil Alkohol
(Evi Savitri Iriani, et al)

23. Wirawan SK, Prasetya AE. Pengaruh plasticizer pada karakteristik edible film dari pectin. Jurnal Reaktor. 2012;14(1):61-67.
24. Yuliani S. Pengembangan Nanoteknologi untuk Pangan Fungsional, Nutrasetikal dan Kemasan. Laporan Akhir Tahun Pelaksanaan Kegiatan Penelitian. Balai Besar Litbang Pascapanen Pertanian. Bogor. 2014.
25. Fortunati E, Puglia D, Monti M, Santulli C, Maniruzzaman M, Kenny JM. Cellulose nanocrystals extracted from Okra fibers in PVA nanocomposites. Journal of Applied Polymer Science 2012; 10.1002:1-11.
26. Hu Y, Wang Q, Tang M. Preparation and properties of starch-g-PLA/poly(vinyl alcohol) composite film. Carbohydrate Polymers. 2013;96:384-388.
27. Chen Y, Cao X, Chang PR, Huneault MA. Comparative study on the films of poly(vinyl alcohol)/pea starch nanocrystals and poly(vinyl alcohol)/native pea starch. Carbohydrate Polymers. 2008; 73:8-17.
28. Chen W, Yu H, Liu Y, Chen P, Zhang M, Hai Y. Individualization of cellulose nanofibers from wood using High-Intensity Ultrasonication combined with chemical pretreatments. Carbohydrate Polymer. 2011;83:1804-1811.
29. Sothorn R and Krochta JM. Plasticizer effect on mechanical properties of β -lactoglobulin films. J. Food Eng. 2001;50:149-155.
30. Tajan M, Chaiwutthinan P, Leejrkpai T. Thermal and mechanical properties of wood-plastics composites from iron wood flour and recycled polyurethane foam. J. Metals, Material and Mineral. 2008. 18(2):53-56.
31. Al Awwaly KU, Manab A, Wahyuni E. Pembuatan edible film protein whey : kajian rasio protein dan gliserol terhadap sifat fisik dan kimia. J. Ilmu dan Teknologi Hasil Ternak. 2010; 5(1):45-56.

TEKNOLOGI OZONISASI UNTUK MEMPERTAHANKAN KESEGARAN CABAI *CULTIVAR KENCANA SELAMA PENYIMPANAN*

Ali Asgar¹, Darkam Musaddad¹, Dondy A Setyabudi², dan Zahirotul H Hassan²

¹*Balai Penelitian Tanaman Sayuran*

Jl. Tangkuban Perahu No.517, Bandung - Jawa Barat

²*Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian*

Jl. Tentara Pelajar No.12 Kampus Penelitian Pertanian Cimanggu, Bogor - Indonesia 16114

Email: diasdon@yahoo.com

(Diterima 01-11-2014; Disetujui 20-04-2015)

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh suhu penyimpanan dan konsentrasi ozon terhadap karakteristik kesegaran cabai merah varietas Kencana. Penelitian dilakukan dari Oktober-Desember 2013 di Balai Penelitian Tanaman Sayuran, Lembang. Cabai Kencana diperoleh dari Tasikmalaya, Jawa Barat pada tingkat ketuaan panen merah penuh. Penelitian dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok pola split plot dengan ulangan sebanyak 4 kali. Sebagai main plot yaitu suhu terdiri atas: 1) 10 °C dan 2) suhu kamar. Sebagai sub plot; konsentrasi ozon terdiri atas: 1) kontrol tanpa perendaman, 2) kontrol dengan perendaman (0 ppm), 3) 0,5 ppm dan 4) 1 ppm. Hasil penelitian menunjukkan selama penyimpanan 14 hari, warna, kesegaran, dan kenampakan cabai merah varietas Kencana dengan perlakuan suhu penyimpanan 10 °C dan konsentrasi ozon 1 ppm merupakan perlakuan terbaik baik warna, kesegaran, maupun penampakan, dan disukai panelis.

Kata kunci: Ozonisasi, karakteristik, cabai merah, penyimpanan.

ABSTRACT

Ali Asgar, Darkam Musaddad, Dondy A Setyabudi, and Zahirotul Hikmah H. 2015. Ozonation to technology maintain the freshness of chili cultivar Kencana during storage.

The study aimed to determine the effect of storage temperature and ozone concentration on the characteristics of the varieties of red chillies freshness Kencana. The study was conducted from October-December 2013 at the Vegetable Crops Research Institute, Lembang. The study was conducted using a randomized block design with a split plot with a pattern repeat 4 times. Temperature as the main plot which consists of: 1) 10° C and 2) ambient temperature. As a sub-plot is the concentration of ozone consists of: 1) control without immersion, 2) control with immersion (0 ppm), 3) 0.5 ppm and 4) 1 ppm. The results showed that during the 14 days of storage, color, freshness, and appearance of red chili with treatment storage temperature of 10 °C and 1 ppm ozone concentration is the best treatment in terms of color, freshness and appearance and panelists preferred.

Keywords: Ozonization, characteristic, red chili, storage.

PENDAHULUAN

Cabai merah merupakan salah satu komoditas sayuran yang mudah rusak, oleh karena itu perlu adanya upaya mempertahankan kesegarannya atau mengolahnya menjadi produk yang lebih tahan lama. Petani umumnya mengikutsertakan tangkai buah cabai dengan tujuan melindungi cabai dari penyakit yang memungkinkan dapat mempercepat kerusakan¹. Christina Winarti dan Miskiyah², menyatakan bahwa sayuran seperti cabai merah yang berasal dari petani maupun yang ada di pasaran mengandung mikroba di atas ambang batas

yang direkomendasikan Kementerian Pertanian. Hal ini mempengaruhi pula kandungan mikroba pada makanan yang menggunakan sayuran segar, seperti gado-gado, ketoprak, dan tauge goreng. Jenis mikroba yang banyak ditemukan; bakteri koliform, koliform fekal, *E. coli*, *Salmonella*, *Shigella*, dan *Staphylococcus*. Dikatakan bahwa tingkat kontaminasi logam berat pada sayuran bervariasi, bergantung pada jenis logam dan sayuran. Kandungan logam berat Fe pada semua jenis sayuran yang diamati umumnya melebihi batas ambang residu (BMR). Kandungan logam berat Pb dan Cd yang melebihi BMR ditemukan pada kubis, tomat, dan wortel, sedangkan pada

cabai merah, bawang merah, dan selada tidak terdeteksi², jumlah mikroba (sel/g) pada cabai merah $5,7 \times 10^5$ di tingkat petani sesaat setelah panen, $5,4 \times 10^5$ - $2,2 \times 10^7$ di pasar, sedangkan BMR-nya berkisar pada 0 - 10^3 . Munarso *et al.* dalam Christina Winarti dan Miskiyah² menyatakan pada beberapa jenis sayuran positif mengandung residu pestisida dan walaupun kadarnya di bawah ambang batas yang diizinkan.

Pestisida merupakan substansi bahan kimia dan material lain (mikroorganisme, virus, dan lain-lain) dengan tujuan penggunaannya untuk mengontrol atau membunuh hama dan penyakit yang menyerang tanaman³. Residu pestisida golongan organoklorin lebih dominan ditemukan pada sayuran, diikuti golongan organofosfat dan karbamat untuk semua sayuran yang diamati baik di tingkat petani, pedagang, dan pasar swalayan^{2,4}. Penelitian Sawaya *et al.*⁵, menyatakan bahwa pestisida jenis klorpirifos masih banyak digunakan pada sayuran berdaun di Kuwait dengan cemaran sebesar $0,06$ ppm. Di sisi lain penggunaan pestisida dianggap menguntungkan untuk menekan kehilangan hasil sebelum dan setelah pemanenan⁶. Namun demikian degradasi untuk semua jenis pestisida rerata $>80\%$ dalam 10 hari setelah aplikasi⁷.

Umumnya cabai merah diperdagangkan dalam bentuk segar, untuk itu perlu pemahaman dan penguasaan teknologi penanganan pascapanen cabai merah segar yang dapat meningkatkan daya simpan hingga kepada konsumen. Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk meningkatkan daya simpan cabai merah lebih lama, yaitu melalui teknologi ozonisasi. Kim *et al.* didalam Song *et al.*⁸, menyebutkan bahwa ozon adalah senyawa pengoksidasi yang kuat. Sifat reaktif ozon disebabkan oleh kemampuan oksidasi dari radikal-radikal yang dapat mendekomposisi ozon di dalam air, sehingga menghasilkan senyawa *intermediant* aktif seperti radikal hidroksil dan superoksida. Manfaat ozon tergantung pada berbagai macam faktor seperti kondisi lingkungan, pH, waktu, suhu, dan kelembaban⁹. Menurut Palou *et al.*¹⁰, pengaruh perlindungan ozon terhadap pencegahan pembusukan pada waktu pascapanen selama penyimpanan telah dipelajari terhadap bermacam-macam komoditas. Ozon dapat mengendalikan mikroorganisme patogen yang menyebabkan kerusakan dengan tidak terlihat dan tidak dapat digantikan dengan fungisida sintesis sebagaimana sekarang banyak digunakan. Ozon juga dapat menghalangi pertumbuhan areal *mycelia* dan mencegah sporulasi patogen terhadap komoditas hasil panen yang berbeda. Selain itu dapat menghilangkan berbagai zat logam dan residu yang disebabkan oleh pemakaian pestisida. Gas ozon dapat dibuat dengan peralatan antara lain metode *electrical discharge* dengan

sinar radio aktif. Tumbukan dari elektron yang dihasilkan oleh *electrical discharge* dengan molekul oksigen menghasilkan dua buah atom oksigen. Atom oksigen secara alamiah bertumbukan kembali dengan molekul oksigen di sekitarnya, kemudian terbentuklah gas ozon¹¹.

Teknologi ozonisasi mampu meluruhkan kontaminasi pestisida dan bakteri serta logam berat yang menempel pada buah atau sayur, sehingga aman dikonsumsi¹¹. Mekanisme ozon (O_3) dalam membunuh mikroba yaitu gas ozon masuk ke dalam dinding sel, sehingga terjadi perubahan permeabilitas dan menyebabkan terjadinya *lysis* pada sel mikroba. Air yang telah mengandung gas ozon dapat mencuci buah dan sayur hingga steril, tanpa menghilangkan warna, aroma, dan tidak menguraikan senyawa organik dalam bahan pangan, sehingga mampu memperpanjang umur kesegaran. Aplikasi teknologi ozonisasi pada buah tomat terbukti dapat memperpanjang umur kesegaran tomat sampai tiga minggu¹¹. Ozonisasi dapat dikombinasikan dengan suhu dingin dan kelembaban. Kebanyakan produk buah-buahan dan sayuran tahan pada kelembaban 90% dan suhu optimum untuk penyimpanan 7 - 13 °C. Pengawetan sayuran segar melalui teknologi ozonisasi tidak mengubah kandungan gizi, karena gas ozon akan hilang melalui cara penguapan. Jika gas ozon terkena sinar matahari, maka akan mengurai menjadi oksigen. Tzortzakis *et al.*¹², menyebutkan bahwa gas ozon tidak berpengaruh terhadap kandungan vitamin C. Teknologi ozonisasi terhadap strawberry setelah 4 hari pada suhu 20 °C menunjukkan perbedaan yang nyata dalam gula dan asam¹³. Selanjutnya dikatakan bahwa pada akhir penyimpanan kandungan vitamin C meningkat 3 kali dari kontrol. Hal ini diduga adanya pengaruh suhu terhadap laju respirasi, yaitu semakin rendah suhu maka semakin rendah respirasinya, dengan demikian vitamin C hanya sedikit yang terurai.

Penurunan kadar logam Hg yang terjadi setelah pencucian dengan konsentrasi ozon $1,5$ ppm lebih besar dari pada pencucian dengan konsentrasi ozon 0 ppm¹⁴. Hal ini disebabkan oleh ozon yang larut dalam air menghasilkan hidroksil radikal ($-OH$), sebuah radikal bebas yang memiliki potensial oksidasi yang sangat tinggi ($2,8V$) jauh melebihi ozon ($1,7V$) dan klorin ($1,36V$). Hidroksil radikal adalah bahan oksidator yang dapat mengoksidasi berbagai senyawa organik (fenol, pestisida, atrazine, TNT, dan sebagainya). Sebagai hasil akhir dari proses oksidasi hanya diperoleh karbondioksida dan air^{11,14}. Potensial oksidasi yang tinggi seperti gas ozon dapat dimanfaatkan untuk membunuh bakteri (sterilisasi), menghilangkan warna (dekolorisasi), menghilangkan bau (deodorasi), menguraikan senyawa organik (degradasi)¹¹. Sumber logam berat yang terdapat

pada kubis bunga sebagai akibat penyerapan logam berat dari air, tanah, dan udara tertimbun dalam jaringan. Jika kubis ini dimakan manusia, maka logam berat masuk ke dalam tubuh manusia. Masuknya logam berat melalui rantai pangan pendek tanaman-manusia dalam jumlah besar dapat membahayakan kesehatan manusia¹⁵.

Ozon merupakan zat desinfektan yang kuat, beberapa hasil penelitian memperlihatkan bahwa hanya dengan konsentrasi ozon kurang dari 0,5 mg/liter sudah mampu membunuh mikroorganisme, bahkan dapat mensterilkan air. Konsentrasi ozon yang biasa digunakan untuk proses desinfeksi air adalah 0,5 sampai 0,4 mg/liter. Konsentrasi ozon sebesar 0,02 mg/liter dapat bersifat racun bagi *E. coli* dan *Streptococcus faecalis*. Ozon akan bereaksi dengan protoplasma sel dengan berperan sebagai oksidator. Aktifnya ozon terutama terletak pada permukaan sel bakteri. Mekanisme ozon yang paling penting adalah oksidasi *sulphydril* dari enzim. Lapisan tersebut merupakan subyek pertama yang diserang molekul ozon. Ozon sangat efektif terhadap macam-macam mikroorganisme pada buah-buahan dan sayuran¹⁶. Air yang telah mengandung gas ozon sangat efektif mengurangi populasi mikroba dan dapat meningkatkan umur simpan seledri potong dan letus¹⁷. Skog dan Chu¹⁸ menyatakan bahwa ozon 0,4 μ LL⁻¹ dapat memperbaiki kualitas dan memperpanjang umur simpan brokoli dan mentimun pada suhu penyimpanan 3 °C. Gas ozon 0,15 ppm dapat menjaga kekerasan buah kesemek di atas batas nilai komersial setelah disimpan 30 hari pada suhu 15 °C dan kelembaban 90%¹⁹. Perlakuan ozon pada kesemek tidak didapatkan luka *phytotoxic* dalam jaringan. Penyimpanan dengan ozon menekan perkembangan jamur pada *blackberries* selama 12 hari, dibandingkan dengan tanpa ozon buah mengalami kerusakan sebesar 20%^{19, 20}. Ozon terlarut 1,4 mg/L efektif mengoksidasi 60-90% metil *paration*, sipermetrin, *paration*, dan diazinon. Ozon paling efektif memisahkan sipermetrin lebih 60%, hasil penelitian menyimpulkan bahwa ozonisasi merupakan proses yang aman dan menjanjikan untuk memisahkan residu pestisida sayuran²¹. Asgar *et al.*²², menyatakan bahwa perlakuan yang terbaik terhadap kubis bunga yaitu konsentrasi ozon 1,5 ppm pada penyimpanan suhu dingin. Hal ini disebabkan ozon bertindak sebagai sterilisasi, deodorasi, dekolorasi, dan degradasi.

Tujuan dari penelitian adalah untuk mengetahui pengaruh suhu dan konsentrasi ozon terhadap kualitas cabai merah varietas Kencana selama penyimpanan dingin dan kamar. Manfaat penelitian ini untuk memperpanjang umur simpan cabai merah dengan karakteristik yang dapat diterima konsumen. Dengan demikian hipotesis

penelitian ini, suhu dan konsentrasi ozon berpengaruh terhadap karakteristik cabai merah selama penyimpanan.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan baku utama yang digunakan dalam penelitian ini yaitu cabai merah varietas Kencana yang diperoleh dari petani Ciamis, Tasikmalaya, Jawa Barat. Cabai Kencana dipanen pada tingkat ketuaan merah penuh (100%-telah berwarna merah). Penelitian dilakukan dari Oktober-Desember 2013 di Balai Penelitian Tanaman Sayuran, Lembang. Penelitian dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok pola split plot dengan ulangan sebanyak 4 kali. Sebagai main plot yaitu suhu terdiri atas: 1) 10 °C dan 2) suhu kamar. Sebagai sub plot yaitu konsentrasi ozon terdiri atas: 1) kontrol tanpa perendaman, 2) kontrol dengan perendaman (0 ppm), 3) 0,5 ppm dan 4) 1 ppm.

Parameter yang akan diamati yaitu: susut bobot dan uji organoleptik (kesegaran, warna, kenampakan). Susut bobot dilakukan melalui penimbangan, dengan susut bobot dinyatakan sebagai pengurangan bobot selama penyimpanan. Uji warna, kesegaran, dan kenampakan dilakukan dengan menggunakan uji hedonik berdasarkan tingkat kesukaan terhadap sampel-sampel yang

Tabel 1. Pengaruh suhu penyimpanan dan konsentrasi ozon terhadap susut bobot (%) cabai merah Kencana pada hari ke 14.

Table 1. Effect of storage temperature and ozone concentration on weight loss (%) of red chili of Kencana at day 14.

Perlakuan/ Treatments	Susut Bobot/ Weight Loss (%)
Suhu Penyimpanan/Storage Temperature :	
- 10 °C	8,38 ^a
- Suhu kamar/Room temperature	41,07 ^b
Konsentrasi Ozon / Ozone Concentration:	
- Kontrol Tanpa Perendaman/ Control without soaking	24,54 ^a
- Kontrol Dengan Perendaman (0 ppm)/ Control by soaking (0 ppm)	25,47 ^a
- 0,5 ppm	24,59 ^a
- 1 ppm	24,29 ^a
CV (%)	2,21

Keterangan/remarks: Angka rata-rata yang diikuti huruf kecil yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut Uji Duncan pada taraf 5%/ Average number followed by the same letters indicate not significantly different according to Duncan test at the 5% level.

disajikan^{23, 24}. Kriteria skala hedonik uji organoleptik, yakni: 1 = sangat suka, 2 = suka, 3 = biasa, 4 = tidak suka dan 5 = sangat tidak suka. Pengujian ini dilakukan oleh 15 panelis. Pengamatan dilakukan satu minggu sekali.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Susut bobot

Pada hari ke 14 pengaruh suhu penyimpanan dan konsentrasi ozon terhadap susut bobot cabai merah varietas Kencana ternyata tidak terjadi interaksi. Hasil pengujiannya dapat dilihat pada Tabel 1.

Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa pada taraf suhu 10 °C mempunyai susut bobot paling kecil (8,38%) dibandingkan dengan susut bobot perlakuan suhu kamar (22-26 °C) yaitu 41,07%. Hal ini disebabkan suhu yang semakin rendah akan menekan laju respirasi. Sebagai perbandingan pada kentang suhu rata-rata berkisar 23 °C, sehingga penyimpanan pada suhu kamar akan mengalami susut bobot karena proses respirasi 220/100 atau 2,2 kali dibanding apabila disimpan pada suhu 5 °C²⁵. Dari Tabel 1 juga dapat dilihat bahwa pada taraf konsentrasi ozon susut bobot tidak berbeda nyata. Susut bobot antara perlakuan ozon berkisar antara: 24,29-24,59%.

Tabel 2. Pengaruh suhu penyimpanan dan konsentrasi ozon terhadap organoleptik warna cabai merah pada hari ke-8 dan 14.

Table 2. Effect of storage temperature and ozone concentration on color organoleptic of red pepper at day 8 and 14.

Perlakuan/Treatments	Hari ke/day	
	8	14
Suhu Penyimpanan/ Storage Temperature :		
- 10°C	2,03 ^a	1,91 ^a
- Suhu Kamar/Ambient temperature	3,08 ^b	3,71 ^b
Konsentrasi Ozon/Ozone Concentration:		
- Kontrol Tanpa Perendaman/ Control without soaking	2,57 ^a	2,72 ^a
- Kontrol Dengan Perendaman (0 ppm) / Control by soaking (0 ppm)	2,60 ^a	2,84 ^a
- 0,5 ppm	2,58 ^a	2,90 ^a
- 1 ppm	2,47 ^a	2,78 ^a
CV (%)	7,15	6,39

Keterangan/remark: Angka rata-rata yang diikuti huruf kecil yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut Uji Duncan pada taraf 5%./ Average number followed by the same letters indicate not significantly different according to Duncan test at the 5% level

Organoleptik

Warna

Hasil uji statistik pengaruh suhu penyimpanan dan konsentrasi ozon terhadap organoleptik warna cabai merah pada hari ke-8 dan 14 ternyata tidak terjadi interaksi. Hasil pengujiannya dapat dilihat pada Tabel 2.

Dari Tabel 2 dapat dilihat bahwa warna cabai merah dari perlakuan suhu penyimpanan 10 °C lebih disukai oleh para panelis baik pada hari ke-8 (2,03) maupun hari ke-14 (1,91) dan berbeda nyata dengan warna cabai yang disimpan pada suhu kamar (3,08-3,71 = biasa-tidak disukai). Hal ini disebabkan warna cabai pada penyimpanan suhu 10 °C lebih cerah dibandingkan dengan warna cabai yang disimpan di suhu kamar (warna gelap). Dari Tabel 2 juga dapat dilihat bahwa perlakuan ozon baik pada hari ke-8 maupun hari ke-14 menunjukkan tidak berbeda nyata terhadap warna cabai. Ini menunjukkan bahwa perlakuan ozon tidak berpengaruh terhadap warna cabai.

Salah satu faktor yang menentukan suka atau tidaknya konsumen terhadap suatu produk adalah warna produk tersebut. Secara visual warna tampil lebih dahulu dan kadang-kadang sangat menentukan karena warna adalah hal yang terlihat pertama saat konsumen melihat suatu produk. Apabila warna dari suatu produk disukai oleh seseorang maka akan menimbulkan niat

Tabel 3. Pengaruh suhu penyimpanan dan konsentrasi ozon terhadap organoleptik kesegaran cabai merah pada ke-8.

Table 3. Effect of storage temperature and ozone concentrations on the organoleptic freshness red pepper on the 8th.

Perlakuan/Treatments	Kesegaran/ Freshness
Suhu Penyimpanan/Storage Temperature :	
- 10°C	2,19 ^a
- Suhu Kamar/Ambient temperature	3,57 ^b
Konsentrasi Ozon/Ozone Concentration :	
- Kontrol Tanpa Perendaman/ Control without soaking	2,86 ^a
- Kontrol Dengan Perendaman (0 ppm) / Control by soaking (0 ppm)	2,89 ^a
- 0,5 ppm	2,88 ^a
- 1 ppm	2,89 ^a
CV (%)	6,61

Keterangan/remark: Angka rata-rata yang diikuti huruf kecil yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut Uji Duncan pada taraf 5%. / Average number followed by the same letters indicate not significantly different according to Duncan test at the 5% level

Tabel 4. Interaksi antara suhu penyimpanan dan konsentrasi ozon terhadap organoleptik kesegaran cabai merah pada hari ke-14.

Table 4. The interaction between storage temperature and ozone concentrations on the organoleptic freshness red pepper on day 14.

Suhu/ Temperature	Larutan Ozon/Ozone Solution			
	Kontrol (Tanpa Perendaman) / Control (without soaking)	Kontrol (dengan Perendaman Larutan Ozon 0 ppm) / Control (by soaking of ozone 0 ppm)	Perendaman dengan Larutan Ozon 0,5 ppm / Soaking by ozone 0,5 ppm	Perendaman dengan Larutan Ozon 1 ppm / Soaking by ozone 1 ppm
10°C	2,18 ^a AB	2,35 ^a B	2,27 ^a B	1,94 ^a A
Suhu Kamar	3,85 ^b A	4,03 ^b AB	4,34 ^b C	4,22 ^b BC
CV (%)	5,73			

Keterangan/remarks: Angka rata-rata yang diikuti huruf kecil (vertikal) dan huruf besar (horizontal) yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut Uji Duncan pada taraf 5%. / Mean followed by the same letters within the same column (vertical) and the same letters within the same row (horizontal) are not significantly different at 5% of DMRT

orang untuk mencobanya. Makanan yang dinilai bergizi, enak dan teksturnya sangat baik, tidak akan disukai apabila memiliki warna yang tidak sedap dipandang atau memberi kesan yang telah menyimpang dari seharusnya²⁶. Sifat mutu komoditi dapat dinilai dengan penglihatan. Dengan melihat, orang dapat menilai dan mengenal bentuk, ukuran, sifat transparansi, kekerasan, warna dan sifat permukaan seperti halus-kasar, suram mengkilat, homogen-heterogen dan datar bergelombang. Sifat mutu suatu komoditi berkaitan dengan warna. Warna penting bagi banyak makanan, baik bagi makanan yang tidak diproses maupun bagi yang dimanufaktur. Selain itu warna dapat memberi petunjuk mengenai perubahan kimia dalam makanan seperti pencoklatan dan pengkaramelan²⁷.

Kesegaran

Pengaruh suhu penyimpanan dan konsentrasi ozon terhadap kesegaran cabai merah pada hari ke-8 ternyata tidak terjadi interaksi, sedangkan pada hari ke-14 terjadi interaksi. Hasil pengujiannya dapat dilihat pada Tabel 3 dan 4.

Dari Tabel 3 dapat dilihat bahwa kesegaran cabai merah pada suhu 10°C lebih disukai oleh para panelis dan berbeda nyata (2,19) dibandingkan dengan kesegaran cabai yang disimpan pada suhu kamar (3,57 = tidak disukai). Hal ini disebabkan cabai yang disimpan pada suhu dingin (10 °C) tampak masih segar, sedangkan cabai yang disimpan pada suhu kamar tampak tidak segar.

Dari Tabel 4 dapat dilihat bahwa pada suhu penyimpanan 10 °C, perlakuan ozon 1 ppm tingkat kesegaran cabai lebih disukai (1,94) dan berbeda nyata dengan perlakuan ozon lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi ozon mampu menjaga kesegaran cabai merah.

Ozon mempunyai sifat desinfektan yaitu mensterilkan air dan membersihkan cabai sehingga tampak cabai merah lebih cerah dibandingkan dengan warna cabai merah yang dicuci tanpa ozon. Menurut Sugiarto¹¹, ozon dapat menghasilkan hidroksil radikal yang dikenal memiliki oksidasi potensial tinggi 2,8 V melebihi ozon yang memiliki oksidasi potensial hanya 2,07 V. Hal ini membuat hidroksil radikal sangat mudah bereaksi dengan senyawa-senyawa lain yang ada di sekitarnya. Hidroksil radikal mudah bereaksi dengan senyawa organik beracun yang terkandung

Tabel 5. Pengaruh suhu penyimpanan dan konsentrasi ozon terhadap organoleptik kenampakan cabai merah pada ke-8.

Table 5. Effect of storage temperature and ozone concentrations on the organoleptic sightings of red pepper on the 8th.

Perlakuan/ Treatments	Kesegaran/ Freshness
Suhu Penyimpanan/Storage Temperature :	
- 10 °C	2,34 a
- Suhu Kamar/ Room Temperature	3,55 b
Ozon/Ozone :	
- Kontrol Tanpa Perendaman / Control without soaking	2,95 a
- Kontrol Dengan Perendaman (0 ppm) / Control by soaking (0 ppm)	2,97 a
- 0,5 ppm	2,95 a
- 1 ppm	2,92 a
CV (%)	6,03

Keterangan/remarks: Angka rata-rata yang diikuti huruf kecil yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut Uji Duncan pada taraf 5%/ Average number followed by the same letters indicate not significantly different according to Duncan test at the 5% level

Teknologi Ozonisasi Untuk Mempertahankan Kesegaran Cabai Cultivar Kencana Selama Penyimpanan
(Ali Asgar et al.)

Tabel 6. Interaksi antara suhu penyimpanan dan konsentrasi ozon terhadap organoleptik kenampakan cabai merah pada hari ke-14.
Table 6. The interaction between storage temperature and ozone concentrations on the organoleptic sightings of red pepper on day 14.

Suhu/ Temperature	Larutan Ozon/Ozone Solution			
	Kontrol (Tanpa Perendaman)/ Control without soaking	Kontrol (dengan Perendaman Larutan Ozon 0 ppm) / Control (by soaking of ozone 0 ppm)	Perendaman dengan Larutan Ozon 0,5 ppm / Soaking by ozone 0,5 ppm	Perendaman dengan Larutan Ozon 1 ppm/ Soaking by ozone 1 ppm
10°C	2,22 a AB	2,40 a B	2,25 a AB	2,04 a A
Suhu Kamar	3,88 b A	4,15 b B	4,30 b B	4,20 b B
CV (%)	4,86			

Keterangan/remark: Angka rata-rata yang diikuti huruf kecil (vertikal) dan huruf besar (horizontal) yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut Uji Duncan pada taraf 5%./ Mean followed by the same letters within the same column (vertical) and the same letters within the same row (horizontal) are not significantly different at 5% of DMRT

dalam air limbah seperti limbah cair dari industri tekstil yang banyak mengandung senyawa-senyawa organik sebagai zat pewarna. Pada industri tekstil, ozon dapat dipergunakan untuk menghilangkan warna dan bau dalam limbah cair.

Pada konsentrasi ozon 1 ppm, kesegaran cabai merah pada suhu 10 °C lebih disukai (1,94) dan berbeda nyata bila dibandingkan dengan kesegaran cabai merah pada suhu kamar (4,22 = tidak disukai). Suhu dingin (10 °C) dapat menekan respirasi lebih tinggi bila dibandingkan dengan respirasi cabai merah pada suhu kamar (22-26 °C). Kesegaran merupakan salah satu faktor kualitas yang paling penting dan menentukan bagi konsumen karena pada waktu seseorang membeli, maka yang paling pertama dilihat adalah penampakannya. Pembeli telah belajar dari pengalaman masa lalu untuk menghubungkan kualitas yang diharapkan dengan penampakan luar. Penilaian secara visual dilakukan terhadap beberapa kriteria seperti ukuran, bentuk, warna, kondisi (seperti kesegaran) dan cacat atau luka²⁸.

Kenampakan

Hasil uji statistik pengaruh suhu penyimpanan dan konsentrasi ozon terhadap penampakan cabai merah ternyata tidak terjadi interaksi (pada hari ke-8) dan terjadi interaksi pada hari ke-14. Hasil pengujiannya dapat dilihat pada Tabel 5 dan 6.

Dari Tabel 5 dapat dilihat bahwa pada hari ke-8 warna cabai merah pada suhu penyimpanan dingin (10 °C) lebih disukai dan berbeda nyata (2,34) dibandingkan penampakan cabai merah pada suhu kamar (3,55 = tidak disukai). Hal ini menunjukkan bahwa suhu dingin dapat menekan laju respirasi sehingga tampak cabai masih segar, sedangkan cabai pada suhu kamar tampak sudah keriput pada hari ke-8. Dari Tabel 5 juga dapat dilihat bahwa pada hari ke-14 pada konsentrasi larutan

ozon, penampakan cabai merah tidak berbeda nyata. Ini menunjukkan bahwa konsentrasi ozon tidak berpengaruh terhadap penampakan cabai merah. Penampakan merupakan salah satu faktor kualitas yang paling penting dan menentukan bagi konsumen karena pada waktu seseorang membeli, maka yang paling pertama dilihat adalah penampakannya. Penilaian secara visual dilakukan terhadap beberapa kriteria seperti ukuran, bentuk, warna, kondisi (seperti kesegaran) dan cacat atau luka²⁸.

Dari Tabel 6 dapat dilihat bahwa pada suhu penyimpanan 10 °C, penampakan yang paling disukai terdapat pada konsentrasi ozon 1 ppm (2,04) dan berbeda nyata dengan perlakuan 0 ppm (2,40), sedangkan dengan perlakuan kontrol tanpa perendaman dan perlakuan ozon 0,5 ppm tidak berbeda nyata. Seperti telah dijelaskan di atas bahwa ozon mempunyai sifat desinfektan yaitu mensterilkan air dan membersihkan cabai merah sehingga tampak cabai merah lebih cerah dibandingkan dengan warna cabai merah yang dicuci tanpa ozon. Pada konsentrasi ozon 1 ppm, penampakan yang paling disukai terdapat pada suhu penyimpanan 10 °C (2,04) dan berbeda nyata dengan warna cabai pada suhu kamar. Suhu dingin dapat menekan respirasi sehingga penampakan cabai merah lebih menarik dan disukai panelis dibandingkan penampakan cabai merah pada suhu kamar.

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa selama penyimpanan 14 hari, warna, kesegaran dan penampakan cabai merah dengan perlakuan suhu penyimpanan 10 °C dan konsentrasi ozon 1 ppm merupakan perlakuan terbaik dan disukai panelis.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Sdr. Udin Syamsudin, Amd. dan Mamat Rachmat di Balai Penelitian Tanaman Sayuran Lembang yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. Wikipeda Indonesia. Ozone [Internet]. 2008 [Diunduh tanggal 19 November]. Tersedia di: <http://ms.wikipedia.org/wiki/ozone>.
2. Christina W, Miskiyah. Status kontaminan pada sayuran dan upaya pengendaliannya di Indonesia. Pengembangan Inovasi Pertanian. 2010; 3(3): 227-237.
3. Sanborn MD, Cole D, Abelsohn A, Weir E. Identifying and Managing Adverse Environmental Health Effect : 4. Pesticides. Canadian Medical Association J. 2002; 166(11):1431-1436.
4. Miskiyah, Munarso SJ. Kontaminasi residu pestisida pada cabai merah, selada dan bawang merah (Studi Kasus di Bandung dan Brebes Jawa Tengah serta Cianjur Jawa Barat). J. Hort. 2009; 19(1):101-111.
5. Sawaya WN, Al-Awadhi FA, Saeed T, Al-Omar A, Husain A; Ahmad N, Al-Omirah H, Al-Zenki S, Khalafawi S, Al-Otaibi J, Al-Amiri H. Dietary intake of organophosphate pesticides in Kuwait. Food Chemistry. 2000; 69:331-338.
6. Gonzales-Rodriguez RM, Rial-Otero R, Cancho-Grande B, Simal-Gandara J. Occurrence of fungicide and insecticide residues in trades samples of leafy vegetables. J.Foodchem. 2007.
7. Zhang ZY, Liu X, Zhang C, Hong X. Pesticides residue in spring cabbage (*Brassica oleraceae* L var. capitata) grown in open field. J. Foodcont. 2007; 18(6):723-730.
8. Song YS, F Al-Taherz, G Sadlersz. Migration of volatile degradation products into ozonated water from plastic packaging materials. Journal Food Additives and Contaminants. 2003; 20(10) : 944-985.
9. Palou L, Smilanick JL, Crisosto CH, Mansour M. Effects of gaseous ozone exposure on the development of green and blue molds on cold stored Citrus Fruit. Plant Dis 2001; 85(6):632-8.
10. Palou L, Smilanick JL, Crisosto CH, Mansour M, Plaza P. Ozone gas Penetration and control of the sporulation of *Penicillium digitatum* and *Penicillium italicum* within commercial packages of oranges during cold storage. Crop Prot. 2003; 22:1131-4.
11. Sugiarto TA. Mengatasi limbah tanpa masalah; Penerapan teknologi plasma untuk lingkungan. Tangerang: Eco-Plasma Indonesia; 2007, Hal: 45-50.
12. Tzortzakakis N, A Borland, I Singleton, J Barnes. Impact of atmospheric ozone-enrichment on quality-related attributes of tomato fruit. Postharvest Biology and Technology. 2007; 45(3):317-325.
13. Perez AG, C Sanz, JJ Rios, R Olias, JM Olias. The effect of ozone treatments on the postharvest quality of strawberry. J. Agri and Food Chem. 1999; 47(4):1652-1656.
14. Palar H. Pencemaran dan toksikologi logam berat. Jakarta: PT Rineka Cipta, 2004, Hal 96.
15. Notohadiprawiro T. Logam berat dalam pertanian [Internet]. 2006 [Diunduh 29 Maret 2011]. Tersedia di : <http://soil.faperta.ugm.ac.id/tj/1991/1993%20loga.pdf>.
16. Hakan K, VY Sedat. Ozone application in fruit and vegetable processing. Food Reviews International. 2007; 23(1):91-106.
17. Garcia A. JR Mount, PM Davidson. Ozone and chlorine treatment of minimally preprocessed lettuce. Food Sci. 2003; 68(9):2747-51.
18. Skog JL, CL Chu. Effect of ozone on quality of fruits and vegetables in cold storage. Can J. Plant Sci. 2001; 81:773-8.
19. Salvador A, I Abad, L Arnal, JMM Javega. Effect of ozone on postharvest quality of Persimmon. J. Food. Sci. 2006; 71(6):443-446.
20. Barth MM, C Zhou, J Mercier, FA Payne. Ozone storage effects on anthocyanin content and fungal growth in Blackberries. J.Food Sci. 2006; 60(6):1286-1288.
21. Wu J, Luan T, Lan C, Lo TWH, Chan GYS. Removal residual pesticides on vegetables using ozonated water. J. Foodcont. 2007; 18(5):466-472.
22. Asgar A, AT Sugiarto, Sumartini, D Ariani. Kajian ozonisasi (O₃) terhadap karakteristik kubis bunga (*Brassica oleraceae* var. Botrytis) segar selama penyimpanan pada suhu dingin. Berita Biologi. 2011; 10(6):787-795.
23. Soekarto ST. Penilaian organoleptik. Yogyakarta: Bhatara Karya Aksara; 1985, 268 hlm.
24. Kartika B, P Hastuti, W Supartono. Pedoman uji inderawi bahan pangan. Yogyakarta: Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi, Proyek Peningkatan/Pengembangan Perguruan Tinggi, Universitas Gadjah Mada; 1988, Hal 9-10.
25. Wiersema SG. Storage requirements for potato tubers. Bangkok, Thailand: Postharvest Technology Thrust. International Potato Center (CIP); 1989, 9 p.
26. Winarno FG. Kimia Pangan dan Gizi. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama; 1992, Hal 173-175.
27. DeMan JM, Kimia Makanan. Terjemahan K. Padmawinata. Bandung: Institut Teknologi Bandung; 1997, Hal 238.
28. Tranggono. Komposisi dan perubahan kimia pasca panen; Kursus singkat fisiologi pasca panen. Yogyakarta: Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi, Universitas Gadjah Mada. 1990; 45 hal.

KARAKTERISTIK SIFAT FISIKO-KIMIA DAN *THERMAL* SERTA PENERIMAAN ORGANOLEPTIK KUE SAGON BERBASIS TEPUNG PISANG

Achmat Sarifudin dan Riyanti Ekafitri

Pusat Pengembangan Teknologi Tepat Guna (Pusbang TTG-LIPI)
Jl.K.S.Tubun No. 5 Subang, Jawa Barat, Indonesia
Email: achmatsarifudin@gmail.com

(Diterima 23-05-2015; Disetujui 29-05-2015)

ABSTRAK

Kue sagon merupakan kue tradisional Indonesia yang umumnya terbuat dari bahan tepung ketan, kelapa dan gula. Pada penelitian ini kue sagon dibuat dengan menggunakan bahan dasar tepung pisang sebagai pengganti tepung ketan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik sifat fisiko-kimia, *thermal* dan penerimaan organoleptik dari kue sagon berbasis tepung pisang. Parameter yang diamati adalah sifat fisik yaitu derajat putih dan kekerasan, sifat kimia yaitu kadar air, abu, protein, lemak, karbohidrat, dan serat, sifat *thermal* meliputi panas jenis, konduktivitas *thermal*, dan difusivitas *thermal*, serta penerimaan organoleptik. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancang Acak Lengkap (RAL) dengan satu faktor perlakuan yaitu perbandingan tepung pisang dengan kelapa parut pada rasio 2:1, 1:1, 1:2 dengan tiga kali ulangan. Data yang diperoleh dianalisis dengan ANOVA dan LSD menggunakan *software* SPSS 18. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa perbandingan tepung pisang dan kelapa parut berpengaruh secara nyata terhadap sifat fisik kue sagon berbasis pisang, yaitu dengan nilai derajat putih dan kekerasan. Penggunaan kelapa dalam kue sagon berbasis pisang secara nyata meningkatkan kandungan protein, lemak, dan serat kasarnya. Analisis *thermal* menunjukkan bahwa perlakuan yang dilakukan tidak merubah karakteristik panas jenis, konduktivitas *thermal* dan difusivitas *thermal*-nya. Produk kue sagon berbasis tepung pisang dengan rasio tepung pisang : kelapa parut 1:2 secara umum paling disukai oleh responden.

Kata kunci : kue sagon, tepung pisang, kelapa parut, karakteristik fisik, sifat *thermal*, uji organoleptik.

ABSTRACT

Achmat Sarifudin and Riyanti Ekafitri. 2015. Physical, chemical, thermal properties and sensory evaluation of sagon cake made from banana flour.

Sagon cake is a traditional Indonesian cake which is generally made from glutinous rice flour, coconut and sugar. In this study, sagon cake was made by using basic ingredient from banana flour instead of glutinous rice flour. This research was purposed to understand the physical, chemical and thermal properties of the sagon cake as well to evaluate the sensory acceptability of the products. The observed parameter are physical properties including degree of whiteness and hardness, chemical properties including water, ash, protein, fat, carbohydrate, and fiber content, thermal properties including specific heat (C_p), thermal conductivity (k) and thermal diffusivity (α) and its sensory acceptability parameters. The design experiment used was the completely randomized design with one treatment factor, that are three different sagon cake product formulas (banana flour ratio and grated coconut with ratio of 2: 1, 1: 1 and 1: 2) with triplicate measurements for each observation parameters. The obtained data was analyzed using ANOVA and LSD methods by SPSS 18 Software. Result showed that difference ratio between banana flour and coconut grated significantly affecting the physical properties of the cake mainly the whiteness degree and hardness values. The use of coconut in sagon cake significantly increased the content of protein, fat, and crude fiber. Thermal analysis results indicated that the treatments did not alter significantly the thermal characteristics of the products i.e specific heat, thermal conductivity and thermal diffusivity. Sagon cake from banana flour with ratio of banana flour: coconut grated 1: 2 were most favored by respondents.

Keywords : sagon cake, banana flour, coconut grated, physicochemical properties, thermal properties, sensory evaluation.

PENDAHULUAN

Sagon merupakan salah satu jenis makanan tradisional Indonesia namun tidak ditemukan dalam catatan sejarah daerah mana yang terlebih dulu membuat kue ini. Selain itu tidak ada pula keterangan kenapa kue ini diberi nama 'sagon'. Kue sagon banyak dijumpai sebagai oleh-oleh panganan khas di beberapa kota di pulau Jawa terutama di kota Yogyakarta. Meski begitu di beberapa kota lainnya di Indonesia dapat dijumpai kue sagon dengan ciri khasnya yang berbeda dari kue sagon asal Yogyakarta. Sagon bakar bercitarasa klasik (tidak menggunakan campuran *essence* atau tambahan lainnya) banyak beredar di pasaran, sedangkan sagon panggang yang telah dimodifikasi dengan beragam citarasa banyak beredar di pulau Sumatera¹.

Kue sagon umumnya dibuat dari campuran tepung ketan, kelapa parut, garam dan gula pasir. Saat ini kue sagon semakin banyak dikreasikan dengan menciptakan varian rasa dari sagon seperti penambahan *essence* coklat, keju atau kismis. Namun hampir semua sagon kreasi tersebut menggunakan tepung ketan sebagai bahan utamanya. Pada penelitian ini digunakan bahan tepung pisang karena tepung pisang memiliki potensi yang tinggi untuk digunakan dalam produk-produk pangan karena kandungan bahan fungsionalnya yang tinggi yaitu kandungan pati resisten dan kadar serat yang tinggi. Tepung pisang dari buah yang masih mentah mempunyai kandungan total pati yang tinggi (73,4%), serta kandungan pati resisten yang besar (17,5%) dan kadar serat makanan yang bisa mencapai 14,5%². Berbagai penelitian menyebutkan bahwa tepung pisang dari buah mentah dapat dimasukkan ke dalam berbagai produk pangan inovatif seperti *cookies* berdaya cerna rendah³ dan produk roti berserat tinggi³. Pemanfaatan tepung pisang menjadi kue sagon merupakan salah satu bentuk diversifikasi pangan berbasis pisang. Olahan pisang yang selama ini ada antara lain pisang goreng, pisang molen, pisang bakar, dodol, sale, kolak buah pisang¹.

Informasi karakteristik produk baik fisik, kimia, *thermal* maupun penerimaan produk secara organoleptik sangat penting dalam disain proses, peralatan maupun analisis kelayakan usaha produksinya. Data hasil analisis fisik misalnya derajat putih digunakan untuk mengetahui pengaruh proses pemanggangan terhadap karakteristik warna produk⁴, sedangkan data kekerasan terutama digunakan sebagai pertimbangan dalam proses disain pengemasan dan transportasi produk⁵. Data proksimat merupakan informasi mengenai kandungan kimia paling fundamental untuk memahami karakteristik dari bahan pertanian. Data proksimat dibutuhkan pula untuk menghitung kandungan gizi sehingga dapat

diketahui angka kecukupan gizi dari produk pangan yang dihasilkan. Sifat *thermal* seperti panas jenis (*specific heat*) (Cp), konduktifitas *thermal* (*thermal conductivity*) (k) dan difusivitas *thermal* (*thermal diffusivity*) (α) dari suatu produk memberikan informasi dan data yang sangat penting dalam disain proses dan peralatan yang berkaitan dengan produksi produk tersebut misalnya proses dan peralatan untuk pengeringan, pemanasan, pendinginan dan pembekuan⁶. Umumnya literatur hanya menyajikan informasi *thermal* dari bahan baku asal produk dan sangat jarang menyajikan informasi *thermal* dari produk akhirnya. Dengan diketahuinya sifat termal suatu produk, maka akan membantu dalam mendesain proses pengolahannya terutama yang berkaitan dengan perpindahan panas di dalam produk seperti pemanggangan, pendinginan dan sebagainya. Evaluasi sensori digunakan untuk melihat adanya perbedaan, melakukan karakterisasi, dan mengukur atribut sensori dari produk atau untuk melihat faktor atribut sensori yang mempengaruhi penerimaan konsumen⁷. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik sifat fisiko-kimia, *thermal* dan penerimaan organoleptik dari kue sagon berbasis tepung pisang. Informasi mengenai karakteristik-karakteristik tersebut diharapkan dapat digunakan dalam perbaikan proses, formulasi, peralatan serta nilai gizi sehingga produk yang dihasilkan sesuai dengan standar ataupun keinginan konsumen.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan baku utama yang digunakan adalah tepung pisang varietas Nangka dibeli dari UKM Cinta Mekar, Kec. Tanjung Siang. Pisang yang dijadikan tepung adalah pisang yang dipanen pada saat mencapai ketuaan $\frac{3}{4}$ penuh atau berumur sekitar 80 hari setelah berbunga. Kelapa parut dibuat dari kelapa yang dibeli dari pasar lokal di kota Subang. Kelapa yang dipilih adalah kelapa yang tua dengan ciri-ciri kulit buah berwarna coklat tua dan daging buah tebal. Bahan-bahan kimia yang digunakan untuk analisis proksimat adalah bahan kimia dengan grade pro-analisis. Peralatan yang digunakan selama proses pembuatan kue sagon berbasis tepung pisang adalah oven pemanggang, timbangan digital, loyang, cetakan, baskom, dan pengaduk.

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di laboratorium pengembangan produk roti non gandum, B2PTTG-LIPI dan analisis fisik serta kimia dilakukan di laboratorium jasa analisis kimia B2PTTG-LIPI pada bulan Juni 2014.

Pembuatan Kue Sagon

Tepung pisang diayak dengan ayakan 80 mesh dan yang lolos dari ayakan digunakan dalam proses selanjutnya. Kelapa parut disangrai selama 50 menit dengan api kompor kecil, sampai dengan kadar air kelapa parut $\pm 20\%$, selanjutnya diangkat dan dicampur dengan tepung pisang pada perbandingan tepung pisang : kelapa parut yaitu 2:1, 1:1 dan 1:2. Campuran kemudian ditambah gula pasir, garam, telur dan margarin dan diaduk secara merata. Selanjutnya adonan dicetak dalam cetakan sagon berukuran panjang, lebar, tebal: 6 cm x 3 cm x 0.5 cm dan dipanggang pada suhu 130 °C selama 30 menit. Kue sagon setengah matang dikeluarkan dari cetakan dan dipanggang lagi pada suhu yang sama selama 10 menit. Kue sagon yang matang kemudian didinginkan pada suhu ruang selama 2 jam. Selanjutnya sampel kue sagon berbasis tepung pisang dikemas dalam wadah plastik kedap udara dan disimpan pada suhu ruang (25 °C) sebelum dilakukan analisis.

Analisis fisik

Uji fisik yang dilakukan meliputi derajat putih dan kekerasan. Derajat putih diuji dengan alat *Whiteness tester*. Uji kekerasan dilakukan dengan menggunakan penetrometer universal menggunakan *spindle* bernomor H-1270.

Analisis kandungan proksimat

Dilakukan analisis proksimat mengacu pada SNI 01-2891-1992⁸ yang meliputi kadar air, lemak, protein, abu dan serat kasar. Kadar karbohidrat dihitung menggunakan *by difference method*⁸.

Analisis sifat *thermal*

Nilai rata-rata sifat *thermal* kue sagon berbasis tepung pisang dari suhu ruang (25°C) sampai suhu pemanggangan (130°C) diprediksi dari komposisi proksimatnya dengan pendekatan Singh dan Heldman⁹ sebagai berikut:

a. Panas jenis (C_p)

$$C_p = \sum_{(i=1)}^n C_{pi} X_i \quad (1)$$

Dimana X_i adalah fraksi dari masing-masing komponen proksimat, C_{pi} adalah panas jenis dari masing-masing komponen proksimat.

b. Konduktivitas *thermal* (k)

$$k = \sum_{(i=1)}^n k_i Y_i \quad (2)$$

$$Y_i = (X_i/p_i) / (\sum_{(i=1)}^n (X_i/p_i)) \quad (3)$$

Dimana k_i adalah konduktivitas *thermal* dari masing-masing komponen proksimat, Y_i adalah fraksi volume dari masing-masing komponen proksimat, X_i adalah fraksi berat dari masing-masing komponen proksimat, p_i adalah densitas dari masing-masing komponen proksimat.

c. Difusivitas *thermal* (α)

$$\alpha = \sum_{(i=1)}^n \alpha_i X_i \quad (4)$$

Dimana X_i adalah fraksi dari masing-masing komponen proksimat, α_i adalah difusivitas *thermal* dari masing-masing komponen proksimat.

Pengujian Organoleptik

Tiga sampel kue sagon dari tiga perlakuan yang berbeda diuji tingkat penerimaan organoleptiknya dengan metode uji skoring dimana sampel diberikan kepada 30 orang panelis semi terlatih untuk memberikan skor/nilai tertentu dalam rentang 5 tingkat kesukaannya (1: sangat tidak suka; 2: tidak suka; 3: biasa; 4: suka dan 5: sangat suka). Panelis semi terlatih adalah panelis yang mengetahui sifat sensorik dari sampel karena mendapat penjelasan atau pelatihan singkat. Parameter penilaian dilakukan terhadap 5 kriteria mutunya yaitu aroma, rasa, kekerasan, warna, dan kesukaan secara menyeluruh.

Rancangan Percobaan dan Analisis Statistik

Percobaan dilakukan dengan metode Rancang Acak Lengkap (RAL) dengan satu parameter perlakuan yaitu perbandingan tepung pisang : kelapa parut pada rasio 2:1, 1:1, 1:2 dengan tiga kali ulangan. *Analysis of variance* (ANOVA) digunakan untuk menganalisis data yang diperoleh dengan menggunakan SPSS 18.0.0.2009, untuk menentukan apakah terdapat perbedaan antar perlakuan. Tes *Least Significant Difference* (LSD) dilakukan sebagai analisis statistik lanjut dalam menentukan tingkat signifikansi perlakuan yang berbeda tersebut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis fisik

Produk kue sagon berbasis tepung pisang memiliki ukuran dimensi 6 cm x 3 cm x 0,5 cm (Gambar 1) dengan nilai rata-rata dan standar deviasi dari analisis derajat putih dan kekerasan seperti yang dapat dilihat Tabel 1.

Analisis ANOVA menunjukkan bahwa secara umum perlakuan yang dilakukan secara signifikan berpengaruh terhadap hasil analisis fisik produk kue sagon berbasis



Gambar 1. Kue sagon berbasis tepung pisang
Figure 1. Banana flour-based cakes sagon

Tabel 1. Hasil analisis fisik kue sagon berbasis tepung pisang
Table 1. Physical analysis results of sagon cake made from banana flour

Perlakuan (tepung pisang : kelapa parut)/ Treatments (Banana flour : coconut grated)	Derajat putih (%) / Whiteness (%)	Kekerasan (mm/gr.detik) / Hardness (mm/gr.s)
2:1	21,70±0,00 ^{a*}	0,06±0,00 ^a
1:1	24,25±0,07 ^b	0,12±0,00 ^b
1:2	18,70±0,00 ^c	0,10±0,00 ^c

*: nilai-nilai diikuti dengan huruf yang sama bermakna secara statistik tidak signifikan ($p \geq 0,05$) dalam kolom yang sama untuk setiap parameter pengamatan.

*values followed by same letter(s) are not statistically different ($p \geq 0,05$) in columns direction for each parameter.

tepung pisang ($p < 0,05$). Hasil analisis LSD menunjukkan tingkat perbedaan antar perlakuan yang diindikasikan oleh perbedaan huruf *superscript* dalam kolom untuk setiap variabel pengamatan.

Hasil analisis statistik terhadap derajat putih menunjukkan hasil yang berbeda nyata ($p < 0,05$). Derajat putih tertinggi dihasilkan oleh kue sagon yang terbuat dari perbandingan tepung pisang : kelapa parut 1:1 (24,25%) dan yang terendah dihasilkan dari perlakuan perbandingan tepung pisang : kelapa parut 1:2 (18,70%). Hal ini menunjukkan bahwa produk kue sagon yang terbuat dari perbandingan perbandingan tepung pisang : kelapa parut 1:2 berwarna lebih gelap dibandingkan perlakuan lainnya. Hal ini diduga akibat adanya proses penyangraian kelapa yang menyebabkan kelapa berwarna kuning kecoklatan sehingga kue sagon yang dihasilkan juga memiliki warna lebih coklat. Warna yang lebih gelap ini dapat disebabkan akibat terjadinya reaksi Maillard selama proses penyangraian dan pemanggangan kue sagon. Reaksi Maillard merupakan reaksi antara

karbohidrat khususnya gula pereduksi dengan gugus amina primer dari protein yang menghasilkan bahan berwarna coklat melanoidin¹⁰. Reaksi ini banyak terjadi pada proses penggorengan ubi jalar, singkong, serta pada pemanggangan berbagai produk kue dan roti. Proses pemanasan *non conventional* seperti *microwave* mampu menghambat terjadinya reaksi Maillard¹¹. Reaksi Maillard membentuk warna coklat melalui jalur reaksi Amadori dan kondensasi aldol yang biasa terjadi pada suhu tinggi¹⁰. Kue sagon yang terbuat dari perbandingan tepung pisang : kelapa parut 2:1 (21,70%) lebih gelap dibandingkan kue sagon yang terbuat dari perbandingan tepung pisang : kelapa parut 1:1 (24,25%) walaupun jumlah kelapa parut sangrai lebih banyak pada perlakuan perbandingan tepung pisang : kelapa parut 1:1 (24,25%). Hal ini diduga karena terjadi pemanasan berlebihan terhadap kelapa parut dalam proses penyangraian akibat suhu wajan penyangrai tidak dapat diatur karena sumber panas berasal dari nyala api kompor suhunya dapat berubah-ubah karena pengaruh lingkungan.

Hasil analisis statistik terhadap kekerasan menunjukkan bahwa kekerasan produk hasil ketiga formula berbeda nyata. Hal yang perlu dicatat dalam pembacaan nilai kekerasan hasil pengukuran menggunakan alat penetrometer adalah semakin besar nilai pembacaan penetrometer berarti produk semakin lunak hal ini dikarenakan semakin dalam jarum penetrometer menusuk produk maka nilai pembacaan penetrometer semakin besar. Pada Tabel 3 diketahui bahwa kue sagon yang terbuat dari perbandingan tepung pisang : kelapa parut 2:1 memiliki kekerasan tertinggi yaitu 0,06 mm/g.s. Hal ini diduga akibat ukuran partikel tepung pisang yang banyak dan lebih halus, sehingga ketika dicampurkan dengan bahan-bahan lainnya seperti telur dan margarin, partikel tepung pisang berikatan lebih kuat dengan kelapa parut dan bahan-bahan lainnya. Secara umum tepung yang memiliki ukuran partikel yang lebih kecil mempunyai luas permukaan yang lebih

besar sehingga akan meningkatkan densitasnya atau dengan kata lain memiliki porositas yang lebih kecil¹². Selanjutnya kue sagon yang terbuat dari perbandingan tepung pisang : kelapa parut 1:2 (0,10 mm/g.s) lebih keras dibandingkan dengan kue sagon yang terbuat dari perbandingan tepung pisang : kelapa parut 1: 1 (0,12 mm/g.s). Penurunan kekerasan ini dapat disebabkan karena peningkatan porositas produk kue sagon. Tekstur makanan yang lembut cenderung dihasilkan dari porositas yang lebih tinggi sehingga kekuatan matrik suatu makanan sangat berpengaruh pada tekstur makanan¹³. Kelapa parut bersifat *porous* (berongga) sehingga memiliki densitas kamba yang kecil. Dalam proses pembuatan kue sagon, semakin banyak kelapa parut yang digunakan maka struktur kue sagon menjadi lebih berongga sehingga teksturnya menjadi lebih remah (mudah hancur) yang diindikasikan dengan penurunan nilai kekerasan produk kue sagon tersebut.

Kandungan proksimat

Nilai rata-rata dan standar deviasi dari hasil pengujian kandungan proksimat produk kue sagon berbasis tepung pisang yang meliputi kadar air, abu, protein, lemak, serat kasar dan karbohidrat dapat dilihat dalam Tabel 2. Analisis ANOVA menunjukkan bahwa secara umum perlakuan yang dilakukan mempengaruhi kandungan beberapa parameter proksimat dari produk kue sagon berbasis tepung pisang ini ($p < 0,05$). Hasil analisis LSD menunjukkan tingkat perbedaan antar perlakuan yang diindikasikan oleh perbedaan huruf *superscript* dalam kolom untuk setiap variabel pengamatan.

Analisis statistik terhadap nilai kadar air produk sagon berbasis tepung pisang memperlihatkan bahwa kadar air sampel perlakuan tepung pisang : kelapa parut 2:1 sama dengan perlakuan 1:1 sedangkan perlakuan 1:2 berbeda secara nyata ($p < 0,05$). Hal tersebut mungkin disebabkan karena pada formulasi sampel perlakuan 1:2 jumlah kelapa parut yang digunakan lebih banyak daripada

jumlah tepung pisang. Kelapa parut mempunyai porositas yang lebih besar daripada tepung pisang, sehingga jika jumlah kelapa parut yang digunakan lebih banyak dalam formulasi sagon maka porositas produk semakin besar hal ini dapat menyebabkan semakin banyak jumlah air yang teruapkan dalam proses pemanggangan kue sagon, sehingga kadar air produk yang dihasilkan menjadi lebih kecil dengan kata lain produk menjadi lebih kering. Hasil pengukuran densitas kamba tepung pisang yang digunakan adalah $0,75 \pm 0,06$ gr/cm³ dan densitas kamba kelapa parutnya adalah $0,40 \pm 0,02$ gr/cm³.

Secara statistik kadar abu sampel perlakuan tepung pisang : kelapa parut 2:1 dan 1:1 berbeda secara nyata dengan perlakuan 1:2 meskipun selisih kadar abu antar perlakuan relatif sedikit. Perlakuan tepung pisang : kelapa pada rasio 1:2 memiliki kadar abu yang paling tinggi. Kadar abu menggambarkan kandungan mineral yang terkandung dalam bahan pangan. Kadar abu pada produk sagon dari kue pisang berasal dari penyusunnya yaitu kadar abu tepung pisang sekitar 3,8 %¹⁴ dan kadar abu daging kelapa sekitar 0,72-1,28 %¹⁵. Komponen abu utama dalam kedua bahan baku tersebut adalah mineral kalium yang mencapai 502,10-598,25 mg/100 gr daging kelapa¹⁵ dan 679,71-699,56 mg/100 gr pada tepung pisang¹⁶.

Analisis statistik menunjukkan bahwa kadar protein kue sagon berbasis tepung pisang dengan perlakuan tepung pisang : kelapa parut 2:1 berbeda secara nyata dengan perlakuan 1:1 dan 1:2, namun perlakuan 1:1 tidak berbeda nyata dengan 1:2. Dari hasil ini terlihat bahwa peningkatan jumlah kelapa parut yang digunakan dalam formulasi kue sagon secara umum akan meningkatkan kandungan protein dalam kue. Kandungan protein tepung pisang sebesar 2,8%¹⁴ sedangkan kandungan protein pada daging kelapa adalah 3,33%¹⁷.

Kadar lemak antar sampel perlakuan berbeda secara nyata ($p < 0,05$) dimana kisaran kadar lemaknya adalah 21,55-34,98 %. Dari data terlihat bahwa semakin

Tabel 2. Hasil analisis proksimat kue sagon berbasis tepung pisang

Table 2. Proximate analysis results of sagon cake made from banana flour

Perlakuan (tepung pisang : kelapa parut) / <i>Treatments (Banana flour: coconut grated)</i>	Kadar air (%) / <i>Moisture content (%)</i>	Kadar abu (%) / <i>Ash content (%)</i>	Kadar Protein (%) / <i>Protein content (%)</i>	Kadar Lemak (%) / <i>Fat content (%)</i>	Kadar Serat Kasar (%) / <i>Crude fiber content (%)</i>	Kadar karbohidrat (% by diff) / <i>Carbohydrate content, by (diff. method, %)</i>
2:1	5,33±0,55 ^{a*}	1,68±0,01 ^a	1,09±0,30 ^a	21,55±0,11 ^a	2,38±0,25 ^a	67,97±0,48 ^a
1:1	6,08±0,11 ^a	1,73±0,07 ^a	2,66±0,08 ^b	28,03±0,23 ^b	3,35±0,03 ^{ab}	58,15±0,35 ^b
1:2	3,13±0,06 ^b	1,83±0,01 ^b	2,50±0,16 ^b	34,98±0,27 ^c	3,88±0,71 ^b	53,69±1,22 ^c

*: nilai-nilai diikuti dengan huruf yang sama bermakna secara statistik tidak signifikan ($p \geq 0,05$) dalam kolom yang sama untuk setiap parameter pengamatan.

*values followed by same letter(s) are not statistically different ($p \geq 0,05$) in columns direction for each parameter.

banyak kelapa yang digunakan dalam pembuatan kue sagon berbasis pisang ini maka kadar lemaknya semakin meningkat. Tepung pisang sebagai salah satu bahan utama dalam pembuatan kue ini mempunyai kandungan lemak yang rendah yaitu 0,2%¹⁴. Sedangkan kelapa memiliki kandungan lemak yang jauh lebih tinggi yaitu mencapai 33,49%¹⁷. Kadar lemak yang tinggi pada kue sagon berbasis pisang ini dapat mempengaruhi masa simpan karena kadar lemak yang tinggi dapat meningkatkan risiko ketengikan produk yang dihasilkan. Salah satu masalah utama dengan penyimpanan kelapa adalah ketengikan daging buah kelapa yang semakin meningkat akibat dari oksidasi lipid yaitu kerusakan oksidatif lipid¹⁸. Hal ini menyebabkan rasa yang tidak diinginkan dan bau selama penyimpanan. Oleh karena itu agar produk dapat lebih lama disimpan digunakan kemasan plastik dalam keadaan hampa udara.

Dari hasil analisis statistik terlihat bahwa kadar serat sampel kue sagon berbasis pisang pada perlakuan tepung pisang : kelapa parut 2:1 berbeda secara nyata dengan perlakuan 1:2 ($p < 0,05$). Namun secara umum dari data tersebut terlihat bahwa semakin tinggi persentase kelapa yang digunakan dalam formulasi maka semakin tinggi kadar serat produk kue sagon yang dihasilkan dengan kisaran 2,38-3,88%. Hal ini menunjukkan bahwa kelapa memiliki kontribusi yang lebih besar sebagai sumber serat pada kue sagon berbasis pisang. Kandungan serat kelapa mencapai 9 %¹⁷ sedangkan pisang 0,7 %¹⁴.

Analisis statistik terhadap kadar karbohidrat dari tiga perlakuan sampel kue sagon berbasis tepung pisang menunjukkan berbeda secara nyata. Kisaran kadar karbohidrat produk kue sagon ini antara 53,69-67,97% dimana semakin tinggi persentase tepung pisang dalam formulasi maka semakin tinggi kadar karbohidratnya. Sumber utama karbohidrat pada produk sagon berbasis pisang ini adalah tepung pisang yang mengandung karbohidrat sekitar 54%¹⁴ tergantung pada derajat kematangannya. Kadar pati yang termasuk karbohidrat pada buah pisang jumlahnya menurun seiring dengan bertambahnya derajat kematangan pisang. Hal ini

sesuai dengan yang dikemukakan Zhang¹⁹ bahwa kadar pati pisang pada tahap pra klimakterik sebesar 70-80 % berkurang hingga kurang dari 1 % pada periode klimakterik, diikuti dengan meningkatnya jumlah kandungan gula terutama sukrosa hingga lebih dari 10 % berat buah segar.

Sifat *thermal*

Nilai rata-rata dan standar deviasi dari hasil perhitungan sifat *thermal* kue sagon berbasis tepung pisang disajikan pada Tabel 3. Dari hasil analisis statistik terlihat bahwa perlakuan yang dilakukan tidak berpengaruh secara signifikan ($p \geq 0,05$) terhadap ketiga sifat *thermal* kue sagon yang dihitung. Hal ini mungkin disebabkan karena perbedaan kandungan kimia proksimat dari ketiga perlakuan relatif kecil. Harus dicatat bahwa nilai sifat *thermal* kue sagon berbasis tepung pisang ini diprediksi berdasarkan komposisi proksimatnya menurut pendekatan Singh dan Heldman⁹ dari suhu ruang (25 °C) sampai suhu pemanggangan (130 °C).

Panas jenis (C_p) didefinisikan sebagai jumlah panas yang hilang atau diperlukan per unit massa dari suatu produk untuk mencapai perubahan suatu unit suhu (*temperature*) tanpa terjadi perubahan fase produk tersebut⁹. Informasi C_p sangat penting dalam analisis panas terutama dalam proses pemanasan atau pendinginan suatu produk. Analisis statistik menunjukkan bahwa *thermal* jenis dari kue sagon berbasis tepung pisang dari tiga perlakuan yang dilakukan tidak berbeda nyata ($p \geq 0,05$) dan mempunyai kisaran antara 1888,6-1944,1 Joule/kg K. Nilai C_p kue sagon ini lebih tinggi dari C_p pati yaitu 1754 Joule/kg K⁹, namun lebih rendah dari pada C_p pisang yaitu 3450 Joule/kg K²⁰. Hasil ini menunjukkan bahwa kue sagon tersebut memiliki karakteristik *thermal* khususnya C_p yang lebih dekat dengan bahan pati yang berasal dari tepung pisang.

Analisis konduktivitas *thermal* (k) bahan pangan sangat penting terutama dalam desain proses yang melibatkan pindah panas seperti pemanasan,

Tabel 3. Sifat *thermal* kue sagon berbasis tepung pisang

Table 3. *Thermal properties of sagon cake made from banana flour*

Perlakuan (tepung pisang : kelapa parut) / <i>Treatments</i> (<i>Banana flour: coconut grated</i>)	Panas jenis (C_p) [Joule/kg K] / <i>Specific heat [Joule/kg K]</i>	Konduktivitas <i>thermal</i> (k) [W/m°C] / <i>Thermal</i> <i>conductivity [W/m°C]</i>	Difusivitas <i>thermal</i> (α) [m ² /s] / <i>Thermal diffusivity [m²/s]</i>
2:1	1888,6±31,0 ^{a*}	0,2075±0,0125 ^a	1,0561x10-7±3,7350x10-9 ^a
1:1	1944,1±30,1 ^a	0,1855±0,0205 ^a	1,0472x10-7±3,1843x10-9 ^a
1:2	1898,0±30,6 ^a	0,1443±0,0297 ^a	1,0186x10-7±2,4821x10-9 ^a

Keterangan/*remarks**: nilai-nilai diikuti dengan huruf yang sama bermakna secara statistik tidak signifikan ($p \geq 0,05$) dalam kolom yang sama untuk setiap parameter pengamatan / **values followed by same letter(s) are not statistically different ($p \geq 0,05$) in columns direction for each parameter.*

pengeringan dan pembekuan. Secara kuantitatif nilai k didefinisikan sebagai jumlah panas yang dipindahkan melalui satu unit material per satuan suhu. Nilai k yang tinggi menunjukkan bahwa material tersebut lebih cepat mengalami perubahan suhu jika terdapat *gradient* suhu disekelilingnya. Hasil analisis statistik terhadap nilai k kue sagon berbasis tepung pisang menunjukkan dari tiga perlakuan yang dilakukan tidak berbeda nyata ($p \geq 0,05$) dengan nilai berkisar 0,1443-0,2075 W/m°C. Nilai k produk kue sagon ini berada dikisaran nilai k bahan baku utamanya yaitu pisang 0,249-0,458 W/m °C⁶ dan daging kelapa 0,125-0,127 W/m°C²¹. Secara umum hasil ini dapat menjelaskan bahwa dalam proses pembuatan kue sagon yang cenderung lambat disebabkan karena kue sagon lambat dalam kenaikan suhunya sehingga diperlukan waktu yang cukup lama dalam proses pemanggangannya.

Difusivitas *thermal* (α) merupakan rasio dari konduktivitas *thermal* terhadap densitas dan panas jenis dari suatu material. Nilai α memberikan gambaran luasan material yang mengalami perubahan suhu per satuan waktu. Hasil analisis statistik terhadap nilai α kue sagon berbasis tepung pisang menunjukkan dari tiga perlakuan yang dilakukan tidak berbeda nyata ($p \geq 0,05$) dengan nilai berkisar $1,0186 \times 10^{-7}$ - $1,0561 \times 10^{-7}$ m²/s. Nilai α kue sagon yang didapat dalam perhitungan ini lebih tinggi daripada nilai α bahan baku utamanya yaitu kelapa $7,026 \times 10^{-10}$ - $3,326 \times 10^{-9}$ m²/s²² dan pisang $0,2465 \times 10^{-10}$ - 1072×10^{-10} m²/s^{6,23}. Hal ini dapat disebabkan karena kue sagon yang dicetak berbentuk lembaran sehingga permukaan yang terpapar oleh panas lebih luas.

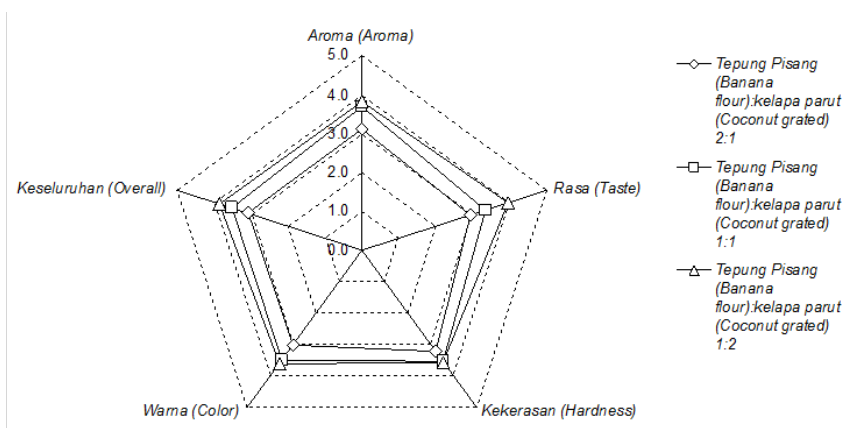
Uji Organoleptik

Uji organoleptik dilakukan oleh 30 orang panelis semi terlatih untuk memberikan skor/nilai tingkat kesukaan terhadap parameter aroma, rasa, kekerasan, warna, dan penerimaan keseluruhan kue sagon berbasis pisang. Rangkuman hasil uji organoleptik terhadap kue

sagon berbasis tepung pisang dapat dilihat pada Gambar 2. Dari hasil uji organoleptik pada parameter aroma dan rasa terlihat bahwa kue sagon dari perlakuan tepung pisang : kelapa rasio 1:2 lebih disukai daripada kue sagon dari formula lainnya dengan rata-rata tingkat penerimaan aroma 3,80 dan rasa 3,90. Terlihat bahwa semakin tinggi proporsi kelapa dalam formula kue sagon maka tingkat penerimaan aroma dan rasa responden semakin tinggi. Kelapa memiliki aroma harum dan rasa gurih yang khas sedangkan tepung pisang cenderung kurang memiliki aroma dan rasa yang kuat. Cita rasa dan aroma kelapa terutama berasal dari kandungan lemak/minyak kelapa yang tinggi mencapai 33,49%¹⁷. Tingkat penerimaan responden terhadap kekerasan kue sagon berbasis pisang pada perlakuan tepung pisang: kelapa rasio 1:2 lebih tinggi daripada formula yang lain dengan tingkat penerimaan rata-rata 3,57. Hal ini menandakan panelis lebih menyukai tekstur produk yang tidak terlalu keras namun juga tidak terlalu lembut. Kekerasan kue sagon formula 1:2 lebih tinggi (0.1 mm/g.s) dibandingkan formula 2:1 (0.06 mm/g.s) dan lebih rendah dibandingkan formula 1:1 (0.012 mm/g.s). Penerimaan responden terhadap warna kue sagon dari formula tepung pisang: kelapa rasio 1:2 lebih tinggi dari formula lainnya dengan tingkat penerimaan warna mencapai 3,60. Warna coklat muda yang berasal dari pencoklatan kelapa akibat pemanggangan sepertinya lebih disukai responden dibandingkan warna coklat dari tepung pisang. Secara keseluruhan tingkat penerimaan responden terhadap kue sagon berbasis tepung pisang dari tiga formula yang dibuat adalah kue sagon dari formula tepung pisang : kelapa rasio 1:2 mendapatkan tingkat penerimaan tertinggi (3,83) daripada dua perlakuan yang lain dan kue sagon dari perlakuan tepung pisang : kelapa rasio 2:1 mendapatkan tingkat penerimaan terendah.

KESIMPULAN

Perbandingan tepung pisang dan kelapa parut



Gambar 2. Hasil uji organoleptik kue sagon berbasis tepung pisang
Figure 2. Sensory evaluation result of sagon cake made from banana flour

berpengaruh terhadap sifat fisik kue sagon berbasis pisang, yaitu dengan nilai derajat putih dan kekerasan sebesar 18,7- 24,25% dan 0,06-0,12 mm/g.s. Kandungan protein, lemak dan serat kasar kue sagon berbasis tepung pisang meningkat dengan meningkatnya jumlah kelapa parut dalam formulanya dengan nilai kisaran berturut-turut 1,09 - 2,66, 21,55 - 34,98, dan 2,38 - 3,88. Perubahan rasio jumlah tepung pisang dan kelapa parut yang digunakan dalam formulasi kue sagon berbasis tepung pisang tidak mempengaruhi karakteristik *thermal* dari produk dengan nilai berturut-turut C_p : 1888,6-1944,1 Joule/kg K, k : 0,1443 - 0,2075 W/m°C, dan α : $1,0186 \times 10^{-7}$ - $1,0561 \times 10^{-7}$ m²/s. Hasil uji hedonik terhadap kue sagon berbasis tepung pisang menunjukkan formula kue pada rasio tepung pisang : kelapa parut 1:2 adalah produk kue sagon yang secara umum paling disukai responden.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Efa Masriana B, mahasiswa Jurusan Teknologi Pangan, Politeknik Negeri Lampung yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. Cara Membuat Kue Sagon [internet]. 2013. [Diunduh tanggal 11 Juli 2014]. Tersedia di: <http://resepmasakan54.blogspot.com/2013/04/cara-membuat-kue-sagon-kelapa-dan-kue.html>
2. Aparicio SA, Sayago-Ayerdi SG, Vargas-Torres A, Tovar J, Ascencio-Otero TE, Bello-Perez LA. Slowly digestible cookies prepared from resistant starch-rich lintnerized banana starch. *J.Food.Comp.Anal.* 2007; 20: 175-181.
3. Juarez GE, Agama-Acevedo E, Sayago-Ayerdi SG, Rodriguez-Ambriz SL, Bello-Perez LA. Composition, digestibility and application in breadmaking of banana flour. *Plant Foods for Human Nutrition.* 2006; 61: 131-137.
4. Chin-Lin H, Wenlung C, Yih-Ming W, Chin-Yin T. Chemical composition, physical properties and anti oxidant activities of yam flours as affected by different drying methods. *Food Chem.* 2003; 83:85-92.
5. Alina SS. Texture is a sensory property. *Food Quality&Pref.* 2002; 13:215-225.
6. Bart-Plange A, Addo A, Ofori H, Asare V. Thermal properties of gros michel banana grown in ghana. *ARPN.J.Eng.and.App.Sci.* 2012; 7(4): 478-484.
7. Angel AC. Application of sensory evaluation of food to quality control in the Spanish food industry. *Pol.J.Food Nutr.Sci.* 2007; 57 (4A): 71-76.
8. SNI 01-2891-1992. Cara Uji Makanan dan Minuman. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta; 1992.
9. Singh RP, Heldman DR. Introduction to food engineering. Academic Press, California-USA; 2009.
10. Bailey RG, Ames JM, Monti SM. An analysis of the non volatile reaction products of aqueous Maillard model system at pH 5 using reversed phase HPLC with diode-array detection. *J.Sci of Food and Agric.* 1996; 72: 97-103.
11. Barba AA, D'Amore M, Rispoli M, Marra F, Lambert G. Microwave assisted drying banana: affects on reducing sugar and polyphenols contents. *Czech J.Food Sci.* 2014; 32(4): 369-375.
12. Moreyra R, Peleg M. Effect of equilibrium water activity on the bulk properties of selected food powders. *J. Food Sci.* 1981; 46: 1918-1922.
13. Pauly A, Pareyt B, Lambrecht MA, Fierens E, Delcour JA. Flour from wheat cultivars of varying textural and structural properties. *LWT-Food Sci.and Tech.* 2013; 53(2): 452-457.
14. Egbebi AO, Bademosi TA. Chemical Compositions Of Ripe And Unripe Banana And Plaintain. *Int J.Tropikal Med and Public Health.* 2011; 1(1): 1-5.
15. Solangi A, Iqbal MZ. Chemical Composition Of Meat (Kernel) And Nut Water Of Major Coconut (Cocos Nucifera L.) Cultivars At Coastal Area Of Pakistan. *Pak. J. Bot.* 2011; 43(1): 357-363.
16. Abbas FMA, Saifulah R, Azhar ME. Differentiation of Ripe Banana Flour using Mineral Compotition and Logistic Regresion Model. *Int. Food Res J.* 2009; 16 : 83-87.
17. USDA. USDA National Nutrient Database for Standard Reference [internet]. Tersedia di: www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp. 2004.
18. Ikegwu OJ, Ekwu FC. Thermal and physical properties of some tropical fruits and their juices in Nigeria. *J Food Tech.* 2009; 7(2): 38-42.
19. Kietsuda L, Diane MB, Orawa P, Jingtair S. Postharvest quality and storage life of Makapuno' coconut (Cocos nucifera L.). *J. Scientia Horticulturae.* 2014; 175: 105-110.
20. Zhang P, Whistler RL, BeMiller JN, Hamaker BR. Banana starch: production, physical properties and digestibility – a review. *J. Carbohydrate Polymers.* 2005; 59: 443-458.
21. Ramsaroop R, Persad P. Determination of the heat transfer coefficient and thermal conductivity for coconut kernels using an inverse method with a developed hemispherical shell model. *J. Food.Eng.* 2012; 110(1): 141-157.
22. Sujata Jena, Das H. Modelling for vacuum drying characteristics of coconut presscake. *J.Food.Eng.* 2007; 79(1): 92-99.
23. Mariani VC, Barbosa de Lima AG, dos Santos Coelho L. Apparent thermal diffusivity estimation of the banana during drying using inverse method. *J.Food.Eng.* 2008; 85(4): 569-579.

STUDI *DEGREENING* PADA JERUK *CULTIVAR* KEPROK MADU TERIGAS KALIMANTAN BARAT

Renny Anggraini, Rokhani Hasbullah, dan Sutrisno

*Departemen Teknik Mesin dan Biosistem – Institut Pertanian Bogor
Jalan Dramaga, Bogor – Indonesia 16680
Email: ynnner@yahoo.com*

(Diterima 10-09-2014; Disetujui 04-03-2015)

ABSTRAK

Jeruk keprok madu Terigas pada saat umur panen masih berwarna kehijau-hijauan. Persepsi konsumen menganggap bahwa jeruk dengan warna hijau belum matang dan memiliki rasa yang asam, sehingga kulit jeruk berwarna kuning merata akan meningkatkan nilai estetika dan harga jeruk tersebut. Perlakuan pascapanen guna memperbaiki estetika buah jeruk dapat dilakukan dengan teknik penguningan (*degreening*) menggunakan gas etilen. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji konsentrasi etilen dan *trigger time* serta pengaruhnya terhadap sifat fisikokimia jeruk keprok madu Terigas (*Citrus nobilis* var. *chrysocarpa*). Jeruk keprok madu Terigas *didegreening* dengan konsentrasi etilen 0, 1000, 1500, dan 2000 ppm dan *trigger time* 10, 20, dan 30 jam di dalam kotak karton yang dilapisi plastik LLDPE 0,06 mm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi etilen dan *trigger time* tidak mempengaruhi karakteristik fisikokimia jeruk keprok madu Terigas seperti kekerasan, total padatan terlarut, vitamin C, dan kadar air. Perlakuan terbaik yaitu konsentrasi etilen 1000 ppm dan *trigger time* 30 jam.

Kata kunci: jeruk, *degreening*, etilen, *trigger time*, fisikokimia

ABSTRACT

Renny Anggraini, Rokhani Hasbullah, and Sutrisno. 2015. Study On Degreening Process of Citrus CV. Keprok Madu Terigas of West Kalimantan Province.

Terigas tangerine rind color is green when harvested, meanwhile the green rind indicated that the tangerine is not well ripened and taste acid. Thus tangerine with homogenous yellow rind will improve its esthetic value and price. Postharvest treatment to improve esthetic value of tangerine could be taken by ethylene degreening technique. The objective of this research was to study the ethylene concentration and trigger time and its effect on physicochemical characteristics of Terigas tangerine (*Citrus nobilis* var. *Chrysocarpa*). Terigas tangerine were degreened by 0, 1000, 1500, and 2000 ppm of ethylene with trigger time 10, 20, and 30 hours inside box layered by LLDPE 0,06 mm plastic film. Results of the research showed that ethylene concentration and trigger time did not affect physicochemical characteristics of the tangerine such as firmness, total soluble solid, vitamin C, and moisture content. The best treatment was 1000 ppm ethylene with trigger time for 30 h.

Keywords: tangerine, degreening, ethylene, trigger time, physicochemical

PENDAHULUAN

Salah satu varietas jeruk lokal yang baru dikembangkan adalah jeruk keprok madu Terigas yang berasal dari Kabupaten Sambas, Kalimantan Barat. Warna jeruk keprok madu Terigas pada saat dipanen masih kehijau-hijauan, sedangkan konsumen lebih menyukai buah jeruk berwarna kuning dengan asumsi bahwa jeruk yang berwarna kuning merata berada pada tahap kematangan sempurna dan memiliki rasa yang manis sehingga konsumen tidak keberatan untuk membayar dengan harga lebih tinggi.

Penguningan (*degreening*) merupakan cara yang dilakukan untuk membuat warna kuning kulit buah jeruk lebih merata dan seragam. *Degreening* merupakan proses perombakan pigmen hijau (klorofil) pada kulit jeruk secara kimiawi dan sekaligus membentuk warna kuning jingga (karotenoid) pada kulit jeruk. Proses ini tidak berpengaruh terhadap bagian dalam jeruk seperti gula, asam dan jus jeruk.

Kulit jeruk lokal yang masak warnanya cenderung hijau, walaupun ada yang berwarna kuning, warna kuning tersebut tidak merata¹. Buah jeruk yang matang lebih identik dengan warna kulit yang kuning, sedangkan

buah jeruk keprok madu Terigas yang sudah matang optimal umumnya masih berwarna hijau. Oleh karena itu untuk mengusahakan agar jeruk keprok madu Terigas berwarna kuning seragam dan dapat bersaing dengan jeruk impor, dilakukanlah *degreening* pada jeruk keprok madu Terigas. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji konsentrasi etilen dan *trigger time* serta pengaruhnya terhadap sifat fisikokimia jeruk keprok madu Terigas.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Lingkungan dan Bangunan Pertanian (LBP) dan Laboratorium Teknologi Pengolahan Pangan dan Hasil Pertanian (TPPHP) Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor selama 2 bulan, dari 20 Januari 2013 sampai 19 Maret 2013. Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah buah jeruk keprok Madu Terigas yang ditanam di Kecamatan Tebas Kabupaten Sambas Kalimantan Barat, sedangkan bahan penunjang yang digunakan adalah bahan kimia berupa gas etilen murni, iodine, amilum, dan aseton.

Metode Penelitian

Degreening dilakukan setelah panen yaitu setelah dilakukan pengkelasan (*grading*). Cara *degreening* yang dipilih dalam penelitian ini adalah cara *Shot Method* seperti yang dilakukan Kitagawa *et al*². Sebelum perlakuan *degreening*, jeruk keprok madu Terigas disortasi dan dicuci dengan air mengalir, lalu ditiriskan. Kemudian jeruk dianalisis terlebih dahulu mutunya meliputi warna, kekerasan, TPT, dan kadar air. Setelah itu jeruk disusun dalam kotak karton yang bagian dalamnya telah dilapisi plastik LLDPE (*Linear Low Density Polyethylene*) merk *kluplas* dengan ketebalan 0,06 mm. Plastik tersebut kemudian ditutup dengan bagian atas kotak karton tetap terbuka. Masing-masing plastik berisi kurang lebih 3 kg buah jeruk.

Gas etilen masing-masing 0 ppm, 1000 ppm, 1500 ppm, dan 2000 ppm diinjeksi ke dalam plastik LLDPE yang berisi jeruk menggunakan *syringe*. Selanjutnya proses dibiarkan berjalan dengan *trigger time* sesuai perlakuan yaitu 10 jam, 20 jam, dan 30 jam. Setelah *trigger time* masing-masing tercapai, plastik dibuka dan jeruk dibiarkan pada udara terbuka dan suhu ruang selama 6 hari hingga jeruk berubah warna menjadi jingga. Jeruk kemudian dianalisis mutunya meliputi perubahan warna, kekerasan, kadar air, kandungan vitamin C, kandungan klorofil dan karotenoid, total padatan terlarut, serta organoleptik. Penelitian utama ini

bertujuan untuk mendapatkan konsentrasi dan *trigger time* terbaik dalam proses *degreening* jeruk keprok madu Terigas. Pelaksanaan penelitian pendahuluan ditunjukkan pada Gambar 2, cara yang dilakukan dalam *degreening* jeruk keprok madu Terigas dijelaskan pada Gambar 3, sedangkan ilustrasi pengemasan dalam melaksanakan *degreening* pada penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 4.

Cara perhitungan masing-masing konsentrasi injeksi gas etilen dalam satuan volume (cm³) sebagai perlakuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

$$V_0 \text{ (ml)} = \frac{E \times V_1}{10^6}$$

Keterangan :

V₀ : Volume etilen (ml)

V₁ : Volume Wadah – Volume buah dalam wadah (ml)

E : Konsentrasi etilen (ppm)

Perancangan Percobaan

Penelitian ini menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap Faktorial yang terdiri dari dua faktor perlakuan yaitu faktor konsentrasi gas etilen E₀ = Tanpa gas etilen (kontrol), E₁ = 1000 ppm, E₂ = 1500 ppm, E₃ = 2000 ppm, dan *trigger time* T₁ = 10 jam, T₂ = 20 jam, T₃ = 30 jam. Dari kedua faktor tersebut, diperoleh 12 kombinasi perlakuan dengan 3 kali ulangan. Data dianalisis secara statistik. Hasil dianalisis menggunakan Anova dan yang menunjukkan berpengaruh nyata dilanjutkan dengan Uji Duncan pada taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Jeruk Keprok Madu Terigas

Hasil analisis mutu jeruk keprok madu Terigas, sebelum diberikan perlakuan *degreening* (Tabel 1)

Tabel 1. Hasil analisis mutu jeruk keprok madu terigas
Table 1. Quality analysis result of terigas tangerine

Komponen/ Component	Nilai / Value
Kecerahan (L*) / <i>Lightness</i> (L*)	43,013
Derajat warna hijau (a*) / <i>Degree of green</i> (a*)	-12,314
Derajat warna kuning / <i>Degree of yellow</i> (b*)	24,216
Kekerasan (kgf) / <i>Firmness</i> (kgf)	3,011
TPT (°Brix) / <i>TSS</i> (°Brix)	9,76
Vitamin C (mg/100g) /	41,184
Vitamin C (mg/100g)	
Kadar air (%) / <i>Moisture content</i> (%)	92,36

Keterangan/remarks: *Rataan dari 3 ulangan/
*average of 3 replication

menunjukkan bahwa jeruk keprok madu Terigas cenderung menampilkan warna hijau dengan nilai a^* sebesar -12,314 dan nilai b^* sebesar 24,216. Derajat kecerahan pada jeruk keprok madu Terigas juga cukup rendah yaitu 43,013. Tekstur jeruk cukup keras (3,011 kgf), namun kandungan gula pada jeruk tersebut termasuk tinggi karena buah memiliki rasa manis.

Target mutu jeruk keprok madu Terigas untuk total padatan terlarut adalah sebesar kurang lebih 10 °Brix³, sehingga dengan nilai TPT 9,76 °Brix jeruk telah mencapai kisaran kemanisan yang ditargetkan. Kandungan vitamin C jeruk keprok madu Terigas dalam penelitian ini adalah 41,184 mg/100g. Sedangkan pada umumnya kadar vitamin C dalam jeruk keprok madu Terigas adalah sebesar 32,27 mg/100g⁴ dan vitamin C dalam jeruk keprok Batu adalah sebesar 38,21 mg/100g⁵. Hal tersebut menunjukkan bahwa kandungan vitamin C jeruk dalam penelitian ini lebih tinggi dibandingkan jeruk keprok pada umumnya.

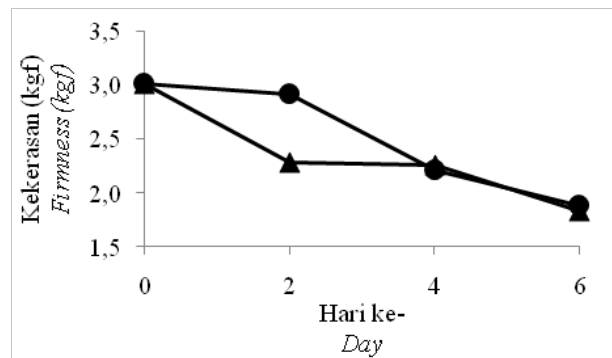
Total klorofil pada jeruk keprok madu Terigas adalah 3,461 mg/l, sedangkan total karotenoidnya adalah 0,037 mg/l. Hal ini menunjukkan bahwa pigmen warna hijau lebih besar dibandingkan pigmen warna kuning, sehingga penampakan jeruk yang telah matang tetap berwarna hijau. Kadar air pada jeruk keprok madu Terigas cukup tinggi yaitu 92,36%. Hal ini sesuai dengan kadar air jeruk pada umumnya yaitu 77- 92%⁶.

Pengaruh Konsentrasi Etilen dan Lama *Degreening* Terhadap Fisikokimia Jeruk Keprok Madu Terigas Kekerasan

Kekerasan merupakan salah satu parameter mutu yang penting pada buah. Selama pemaparan pada suhu ruang setelah *degreening*, kekerasan jeruk keprok madu Terigas mengalami penurunan. Hal ini disebabkan oleh degradasi hemiselulosa dan pektin menjadi asam pektin yang larut dalam air⁷.

Gambar 2 menunjukkan bahwa kekerasan jeruk keprok madu Terigas semakin menurun selama pemaparan di suhu ruang selama 6 hari, dimulai dari hari kedua hingga hari keenam. Baik jeruk tanpa perlakuan etilen maupun dengan perlakuan etilen memperlihatkan penurunan kekerasan yang relatif sama. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan etilen tidak berpengaruh terhadap kekerasan jeruk.

Perubahan tekstur menjadi lunak pada kebanyakan buah salah satunya dapat disebabkan oleh mekanisme kehilangan tekanan turgor⁸. Penurunan nilai kekerasan terjadi karena proses pemecahan polimer karbohidrat khususnya pektin dan hemiselulosa, melemahkan sel dan gaya kohesif yang mengikat sel bersama-sama.



Gambar 2. Pengaruh lama pemaparan di suhu ruang terhadap kekerasan jeruk keprok madu terigas pada konsentrasi etilen 0 ppm (●) dan 2000 ppm (▲) dengan *trigger time* 10 jam

Figure 2. Effect of exposure time at room temperature to firmness of terigas tangerine on ethylene concentration of 0 ppm (●) and 2000 ppm (▲) with *trigger time* for 10 hours

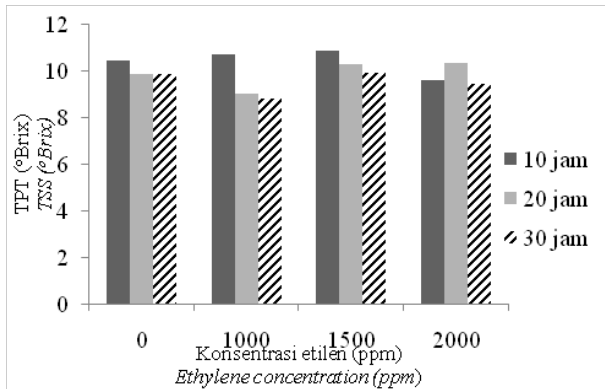
Laju degradasi senyawa pektin ini secara langsung berhubungan dengan laju pelunakan buah⁹. Pelunakan buah diakibatkan pemecahan komponen dinding sel¹⁰, penurunan zat-zat pektin pada jeruk terjadi selama perkembangan buah¹¹. Menurunnya seluruh zat-zat pektat mengakibatkan kekerasan buah berkurang dan buah menjadi lunak¹².

Hasil analisis menyatakan bahwa konsentrasi etilen dan *trigger time* tidak berpengaruh nyata terhadap kekerasan jeruk keprok Madu Terigas. Ladaniya¹³ menyatakan bahwa kekerasan jeruk dengan perlakuan *degreening* dan tanpa *degreening* tidak berbeda nyata.

Total Padatan Terlarut

Gambar 3 menunjukkan pola TPT yang meningkat hampir pada seluruh perlakuan, hal ini berarti telah terjadi kenaikan derajat TPT yang mewakili tingkat kemanisan jeruk keprok madu Terigas. Hasil tersebut sejalan dengan pernyataan Mazumdar dan Bhatt¹⁴ menyatakan bahwa perlakuan etilen dapat meningkatkan TPT dalam jeruk, meskipun peningkatannya tidak berbeda nyata baik pada jeruk dengan maupun tanpa perlakuan etilen. Nilai TPT tertinggi dicapai oleh jeruk yang diberi perlakuan 1500 ppm dan *trigger time* 10 jam dengan nilai TPT 10,867°Brix. Sedangkan nilai TPT terendah dicapai oleh jeruk dengan perlakuan konsentrasi etilen sebesar 1000 ppm dan *trigger time* 20 jam yaitu sebesar 8,80 °Brix (Gambar 3)

Muchtadi *et al.*⁷ menyatakan bahwa bila pati terhidrolisis maka akan terbentuk glukosa sehingga kadar gula dalam buah akan meningkat. Kenaikan TPT terjadi karena karbohidrat terhidrolisis menjadi senyawa



Gambar 3. Pengaruh konsentrasi etilen terhadap TPT jeruk keprok madu Terigas pada hari ke-4 pemaparan di suhu ruang

Figure 3. Effect of ethylene concentrations to Terigas Tangerine total soluble solid on the fourth day of room temperature exposure

glukosa dan fruktosa, sedangkan penurunan TPT terjadi karena kadar gula sederhana mengalami perubahan menjadi alkohol, aldehid, dan asam¹⁵.

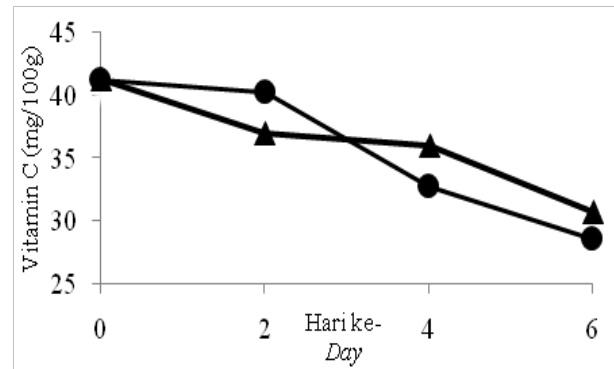
TPT akan meningkat dengan cepat ketika buah mengalami pematangan dan akan terus menurun seiring lamanya penyimpanan. Hal ini disebabkan terjadinya hidrolisa pati yang tidak larut dalam air menjadi gula yang larut dalam air. Selanjutnya dalam proses penuaan semakin berlanjut penurunan TPT, hal ini dikarenakan hidrolisa pati sudah sedikit sekali sedangkan respirasi meningkat dan sintesa asam yang mendegradasi gula tetap berlangsung¹².

Hasil analisis menunjukkan bahwa konsentrasi etilen dan *trigger time* tidak berpengaruh nyata terhadap TPT jeruk keprok madu Terigas. Hal ini berarti proses *degreening* dengan etilen tidak mempengaruhi kemanisan yang terkandung dalam jeruk.

Vitamin C

Vitamin C atau asam askorbat merupakan faktor kualitas nutrisi terpenting pada buah jeruk. Kandungan vitamin C dalam buah dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor di antaranya perbedaan genotipe, kondisi iklim tempat tumbuh buah, perlakuan selama di kebun, kematangan dan metode pemanenan, serta prosedur penanganan pasca panen.

Semakin lama pemaparan jeruk pada suhu ruang setelah *trigger time* tercapai, maka kandungan vitamin C akan semakin menurun (Gambar 4). Kandungan vitamin C pada jeruk keprok madu Terigas dengan perlakuan tanpa etilen (0 ppm) dan 2000 ppm cenderung mengalami penurunan angka yang relatif sama, hal ini



Gambar 4. Pengaruh lama pemaparan di suhu ruang terhadap kandungan vitamin C jeruk keprok madu terigas pada konsentrasi etilen 0 ppm (●) dan 2000 ppm (▲) dengan *trigger time* 30 jam

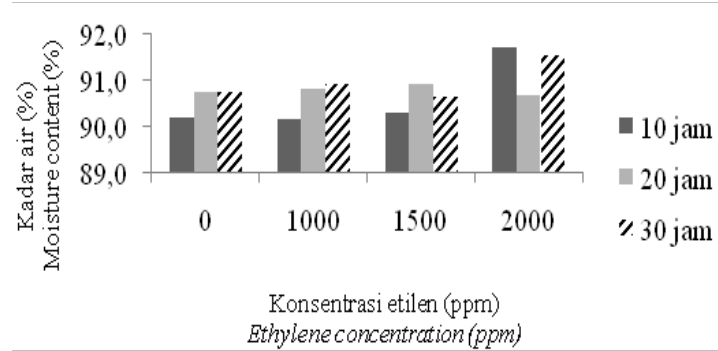
Figure 4. Effect of exposure time at room temperature to vitamin C of terigas tangerine on ethylene concentration of 0 ppm (●) and 2000 ppm (▲) with *trigger time* for 30 hours

berarti konsentrasi etilen tidak mempengaruhi kandungan vitamin C dalam jeruk.

Penurunan kandungan vitamin C yang terjadi diakibatkan terjadinya degradasi selama pemaparan pada suhu ruang. Vitamin C atau asam askorbat sangat sensitif terhadap berbagai macam bentuk degradasi. Selama penyimpanan bahan pangan hasil pertanian akan mengalami perubahan sebagai akibat dari pengaruh luar dan pengaruh dari dalam bahan pangan itu sendiri. Pengaruh dari luar dapat berupa faktor mekanis dan suhu, sedangkan faktor dari dalam dapat berupa kerusakan kimiawi seperti reaksi enzimatis dan non enzimatis⁷.

Rerata kandungan vitamin C jeruk tanpa perlakuan etilen pada hari kedua pemaparan suhu ruang (40,128 mg/100g) lebih tinggi dibandingkan jeruk dengan perlakuan konsentrasi etilen 2000 ppm (36,96). Namun pada hari ke-4 dan ke-6, vitamin C jeruk dengan perlakuan konsentrasi etilen 2000 ppm (35,905 dan 30,624 mg/100g) lebih tinggi dibandingkan jeruk tanpa perlakuan etilen (32,736 dan 28,512 mg/100g).

Hasil analisis menunjukkan bahwa konsentrasi etilen dan *trigger time* tidak berpengaruh nyata terhadap vitamin C jeruk keprok madu Terigas. Hal ini didukung oleh pernyataan Chaudary *et al.*¹⁶ bahwa tidak ada perbedaan yang nyata antara buah *Star Ruby Grapefruit* yang *didegreening* maupun yang tidak *didegreening* pada hari ke 0, 7, 21, 28, dan 35 penyimpanan terhadap vitamin C, bahkan pada akhir masa penyimpanan buah yang *didegreening* maupun tidak memiliki tingkat kandungan vitamin C yang sama.



Gambar 5. Pengaruh konsentrasi etilen terhadap kadar air jeruk keprok madu terigas pada hari ke-4 pemaparan di suhu ruang

Figure 5. Effect of ethylene concentrations to terigas tangerine moisture content on the fourth day of room temperature exposure

Kadar Air

Kadar air dalam buah erat hubungannya dengan kegiatan pascapanen terutama penyimpanan. Kadar air pada suatu bahan alam sangat menentukan mutu organoleptiknya, terutama rasa dan keempukannya.

Terjadi peningkatan kadar air dengan semakin tingginya konsentrasi etilen (Gambar 5). Diduga hal ini terjadi akibat meningkatnya kadar jus selama *trigger time*. Menurut Mazumdar dan Bhatt¹⁴ perlakuan etilen dapat meningkatkan kadar gula dan jus pada jeruk. Konsentrasi etilen 2000 ppm merupakan perlakuan dengan kadar air jeruk keprok madu Terigas tertinggi, sedangkan perlakuan tanpa etilen merupakan perlakuan dengan kadar air terendah. Berbeda halnya dengan pengaruh lama pemaparan di suhu ruang terhadap kadar air jeruk (Gambar 6), dimana terjadi penurunan kadar air akibat adanya penyimpanan/pemaparan di suhu ruang, meskipun perbedaan kadar air pada semua perlakuan tidak signifikan. Hal tersebut didukung oleh pernyataan bahwa kandungan air buah jeruk semakin menurun dengan semakin lamanya penyimpanan pada semua umur petik¹⁷.

Jeruk tergolong buah yang laju respirasinya rendah yaitu 5-10 mg CO₂/kg-jam¹⁰. Proses respirasi yang lambat ini menyebabkan jeruk dapat mempertahankan kadar airnya. Meskipun terjadi peningkatan kadar air pada jeruk keprok madu Terigas dengan adanya perlakuan etilen, dan penurunan kadar air jeruk akibat penyimpanan/pemaparan di suhu ruang, namun kadar air jeruk masih berada pada batas normal dan tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan. Kadar air jeruk keprok Madu Terigas adalah antara 90%-92%. Buah jeruk matang memiliki kadar air 77- 92%⁷.

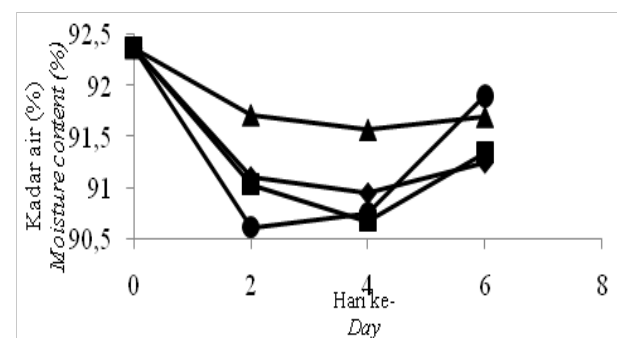
Hasil analisis menunjukkan bahwa konsentrasi etilen dan *trigger time* tidak berpengaruh nyata terhadap kadar air jeruk keprok Madu Terigas sehingga tidak dilakukan uji lanjut Duncan pada taraf 5%. Menurut

Ladaniya¹³, persentase jus antara jeruk dengan maupun tanpa perlakuan etilen tidak berbeda nyata.

Total Klorofil dan Karotenoid

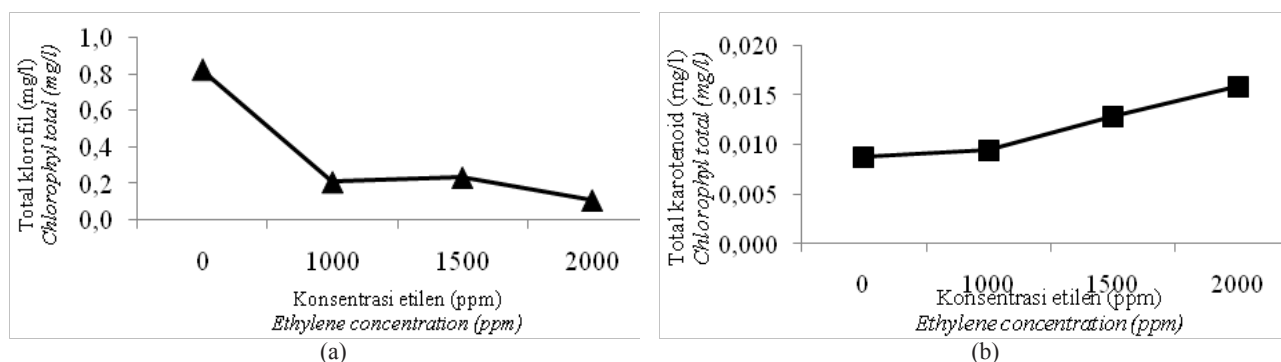
Kandungan klorofil pada kulit buah tidak hanya mempengaruhi fotosintesis, namun juga berperan dalam pewarnaan buah yang juga merupakan indeks kematangan buah yang penting.

Semakin tinggi konsentrasi etilen menyebabkan kandungan total klorofil semakin menurun dan buah semakin kehilangan warna hijaunya (Gambar 7). Hal ini menunjukkan penurunan klorofil total semakin meningkat dengan adanya perlakuan etilen. Senada dengan yang dinyatakan oleh Peng *et al*¹⁸, bahwa kehilangan klorofil secara jelas ditingkatkan oleh adanya aplikasi etilen, meningkat selama 48-72 jam dan mencapai 70% dalam



Gambar 6. Pengaruh lama pemaparan di suhu ruang terhadap kadar air jeruk keprok madu terigas pada konsentrasi etilen 0 ppm (●) ppm (◆), 1500 ppm (■) dan 2000 ppm (▲) dengan *trigger time* 30 jam

Figure 6. Effect of exposure time at room temperature to firmness of terigas tangerine on ethylene concentration of 0 ppm (●) ppm (◆), 1500 ppm (■) and 2000 ppm (▲) with *trigger time* for 30 hours



Gambar 7. Pengaruh konsentrasi etilen terhadap (a) total klorofil dan (b) total karotenoid jeruk keprok madu terigas dengan trigger time 30 jam pada hari ke-4 pemaparan di suhu ruang

Figure 7. Effect of ethylene concentrations to (a) total chlorophyll and (b) total carotenoids of terigas tangerine with trigger time for 30 hours on the fourth day of room temperature exposure

72 jam setelah perlakuan. Di samping itu, perlakuan aplikasi etilen memicu peningkatan rasio klorofil a dan klorofil b. Shimokawa *et al*¹⁹ menambahkan bahwa menurunnya kandungan klorofil pada buah yang diberi perlakuan etilen disebabkan oleh meningkatnya aktifitas enzim klorofilase dan menurunnya ukuran dan jumlah kloroplas pada kulit jeruk.

Nilai kandungan klorofil terendah dicapai oleh perlakuan *degreening* dengan konsentrasi etilen 2000 ppm yaitu sebesar 0,106 mg/l, sedangkan kandungan klorofil tertinggi didapatkan oleh perlakuan *degreening* tanpa konsentrasi etilen (0 ppm) yaitu sebesar 0,821 mg/l.

Hasil analisis menunjukkan bahwa konsentrasi etilen maupun *trigger time* sama-sama berpengaruh nyata terhadap total klorofil jeruk keprok madu Terigas. Uji lanjut Duncan pada taraf 5% menunjukkan antara konsentrasi etilen 0, 1000, dan 1500 ppm tidak berbeda nyata, namun ketiga konsentrasi tersebut berbeda nyata dengan konsentrasi etilen 2000 ppm (Tabel 2). Uji lanjut Duncan taraf 5% terhadap *trigger time* menunjukkan antara *trigger time* 10 dan 20 jam tidak berbeda nyata, namun keduanya berbeda nyata dengan *trigger time* 30 jam (Tabel 3).

Jeruk adalah sumber karotenoid yang kompleks dengan jumlah karotenoid terbesar yang ditemukan pada buah. Selama pemaparan, terjadi akumulasi karotenoid bersamaan dengan degradasi klorofil. Gambar 7b. memperlihatkan kecenderungan peningkatan total karotenoid yang seiring dengan meningkatnya konsentrasi etilen. Semakin tinggi konsentrasi etilen menyebabkan kandungan total karotenoid semakin meningkat pula.

Noack²⁰ menyatakan bahwa proses pertama yang terjadi dalam *degreening* adalah proteolisis dari plastid stroma. *Degreening* terjadi akibat etilen mempercepat aktifitas enzim proteolitik, degenerasi lemak dari kloroplas dengan formasi tetes minyak di mana pigmen kuning (karotenoid) terlarut. Lebih lanjut lagi Roper dan Miller²¹ menyatakan bahwa proses *degreening* jeruk terjadi akibat etilen dan enzim menghidrolisis plastid stroma sehingga menyediakan zat-zat yang dapat digunakan dalam respirasi. Hal tersebut menyebabkan klorofil tidak terlindung sehingga klorofil bertindak berdasarkan klorofilase dan dioksidasi oleh hidrogen peroksida dengan bantuan katalis besi(II)hidroksida atau oleh besi(III)hidroksida ditambah katalis kuprum(II)

Tabel 2. Hasil analisis karakteristik fisikokimia jeruk keprok madu terigas pada berbagai konsentrasi etilen

Table 2. Analysis result of terigas tangerine physicochemical characteristics in various ethylene concentrations

Perlakuan/ Treatments	Karakteristik Fisikokimia / Physicochemical Characteristics				
	Total Klorofil (mg/l)/ Total Chlorophyll (mg/l)	Total Karotenoid (mg/l)/ Total Carotenoids (mg/l)	Derajat Kecerahan (L*)/ Degree of Lightness (L*)	Derajat Warna Hijau (a*)/ Degree of Green (a*)	Derajat Warna Kuning (b*)/ Degree of Yellow (b*)
E0	0,72b	0,011a	53,16a	-11,08a	44,11a
E1	0,55ab	0,011a	63,22b	-0,94b	55,79c
E2	0,44ab	0,014ab	62,03b	-1,40b	50,52b
E3	0,28a	0,015b	63,09b	-1,46b	55,04bc

Keterangan/: Angka yang diikuti huruf sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak beda nyata pada taraf 5% menurut uji Duncan
Remarks : Numbers followed by the same letters in the same column were not significantly different at 5% by Duncan

Tabel 3. Hasil analisis karakteristik fisikokimia jeruk keprok madu terigas pada berbagai *trigger time*

Table 3. Analysis result of terigas tangerine physicochemical characteristics in various trigger times

Perlakuan/ <i>Treatments</i>	Karakteristik Fisikokimia / <i>Physicochemical Characteristics</i>				
	Total klorofil (mg/l)/ <i>Total chlorophyll</i> (mg/l)	Total karotenoid (mg/l)/ <i>Total carotenoids</i> (mg/l)	Derajat kecerahan (L*)/ <i>Degree of lightness</i> (L*)	Derajat warna hijau (a*)/ <i>Degree of green</i> (a*)	Derajat warna kuning (b*)/ <i>Degree of yellow</i> (b*)
T1	0,71b	0,015b	58,66a	-6,22a	48,20a
T2	0,44ab	0,013ab	57,77a	-5,83a	47,89a
T3	0,34a	0,012a	64,69b	0,89b	58,00b

Keterangan/*Remarks*: Angka yang diikuti huruf sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak beda nyata pada taraf 5% menurut uji Duncan/ *Numbers followed by the same letters in the same column were not significantly different at 5% by Duncan*

dioksidasi. Reaksi tersebut menyebabkan klorofil terdegradasi dan karotenoid terakumulasi.

Nilai kandungan total karotenoid terendah dicapai oleh perlakuan tanpa konsentrasi etilen (0 ppm) yaitu sebesar 0,009 mg/l, sedangkan kandungan klorofil tertinggi didapatkan oleh perlakuan dengan konsentrasi etilen 2000 ppm yaitu sebesar 0,016 mg/l.

Hasil analisis menunjukkan *trigger time* berpengaruh nyata dan konsentrasi etilen berpengaruh sangat nyata terhadap kandungan total karotenoid. Lebih jauh lagi dilakukan uji lanjut Duncan pada taraf 5 % yang hasilnya menunjukkan bahwa antara perlakuan *trigger time* 10 dan 20 jam tidak berbeda nyata, namun berbeda nyata terhadap *trigger time* 30 jam (Tabel 3). Uji lanjut Duncan pada taraf 5% terhadap perlakuan konsentrasi etilen menunjukkan antara konsentrasi etilen 0 dan 1000 ppm tidak berbeda nyata, begitu pula antara konsentrasi 1500 dan 2000 ppm. Namun antara konsentrasi etilen 0 dan 1000 ppm dengan 1500 dan 2000 ppm memperlihatkan perbedaan yang nyata (Tabel 2).

Warna

Perubahan warna hijau menjadi kuning pada jeruk yang matang dengan keadaan warna hijau harus dibantu dengan *degreening*. Perubahan warna ini terjadi sebagai akibat berlangsungnya penguraian klorofil dan terjadinya sintesis karotenoid.

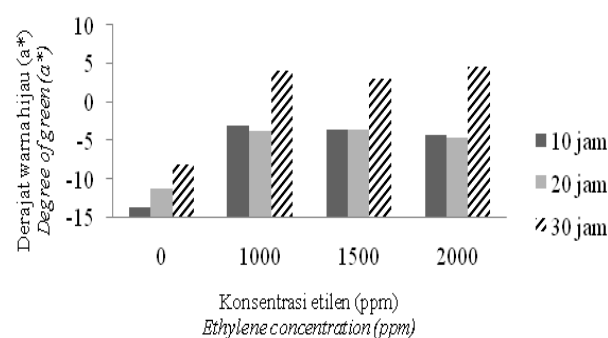
Derajat Warna Hijau (a*)

Perlakuan tanpa etilen memiliki nilai a* yang jauh lebih rendah dibandingkan perlakuan dengan konsentrasi etilen 1000, 1500, dan 2000 ppm, namun antara ketiga perlakuan tersebut menghasilkan derajat warna hijau yang tidak jauh berbeda (Gambar 8). Derajat warna hijau (a*) jeruk semakin menuju nilai positif setelah mendapatkan perlakuan etilen. Semakin positif nilai a* maka warna hijau pada buah semakin menghilang

dan berubah menjadi warna kuning. Setelah buah jeruk *didegreening* akan menyebabkan semakin berkurangnya warna hijau pada kulit buah dan berubah menjadi kuning.

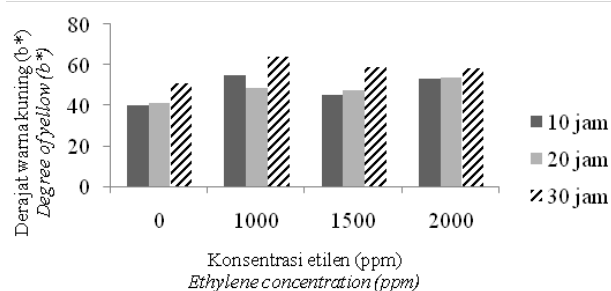
Proses biokimia dalam penguraian klorofil disebabkan oleh enzim klorofilase¹³. Jeruk dengan perlakuan etilen memiliki nilai a* yang lebih cepat meningkat ke arah positif dibandingkan jeruk tanpa perlakuan etilen. Hal ini disebabkan etilen mempercepat degradasi klorofil dan mensintesis karotenoid sehingga warna hijau pada jeruk lebih cepat hilang dan digantikan oleh warna kuning. Pemberian etilen berarti menciptakan klimakterik buatan pada buah jeruk²². Hilangnya warna hijau pada buah terjadi akibat adanya oksidasi atau penjenruhan terhadap ikatan rangkap molekul klorofil¹⁶. Hilangnya klorofil pada kulit buah diakibatkan meningkatnya aktifitas klorofilase yang menguraikan klorofil menjadi bagian fitol dan inti profirin sehingga tidak berwarna hijau lagi¹².

Gambar 8. juga menunjukkan bahwa *trigger time* dalam proses *degreening* memberikan pengaruh terhadap



Gambar 8. Pengaruh konsentrasi etilen terhadap derajat warna hijau jeruk keprok madu terigas pada hari ke-4 pemaparan di suhu ruang

Figure 8. Effect of ethylene concentrations to terigas tangerine degree of green on the fourth day of room temperature exposure



Gambar 9. Pengaruh konsentrasi etilen terhadap derajat warna kuning jeruk keprok madu terigas pada hari ke-4 pemaparan di suhu ruang

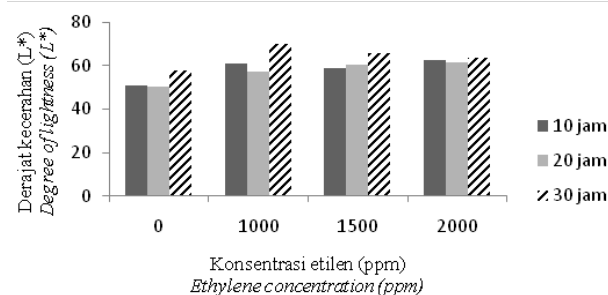
Figure 9. Effect of ethylene concentrations to terigas tangerine degree of yellow on the fourth day of room temperature exposure

derajat warna hijau yang dihasilkan. *Trigger time* 30 jam menghasilkan derajat warna hijau yang jauh lebih tinggi dibandingkan *trigger time* 10 dan 20 jam. Berdasarkan hasil analisis didapatkan bahwa konsentrasi etilen dan *trigger time* berpengaruh sangat nyata terhadap derajat warna hijau (a^*) kulit jeruk keprok madu Terigas. Hasil uji Duncan pada taraf 5% menunjukkan antara perlakuan konsentrasi etilen 1000, 1500, dan 2000 ppm tidak berbeda nyata sedangkan ketiga konsentrasi etilen tersebut berbeda nyata dengan perlakuan tanpa etilen (Tabel 2). Hasil uji Duncan pada taraf 5% untuk *trigger time* memperlihatkan bahwa antara *trigger time* 10 dan 20 jam tidak berbeda nyata namun keduanya berbeda nyata dengan *trigger time* 30 jam (Tabel 3). Dari hasil uji Duncan tersebut dapat ditarik kesimpulan bahwa perlakuan terbaik untuk konsentrasi etilen adalah 1000 ppm dan perlakuan terbaik untuk lama pemaparan adalah 30 jam.

Derajat Warna Kuning (b^*)

Derajat warna kuning (b^*) jeruk keprok madu Terigas cenderung mengalami peningkatan dengan adanya perlakuan etilen (Gambar 9). Hal ini berarti etilen menyebabkan warna kuning pada jeruk semakin bertambah. 1000 ppm etilen telah cukup meningkatkan derajat warna kuning dibandingkan konsentrasi etilen 1500 dan 2000 ppm, hal ini dibuktikan dengan nilai b^* yang lebih tinggi pada perlakuan 1000 ppm etilen dibandingkan perlakuan lainnya.

Etilen berfungsi merangsang degradasi klorofil dan membentuk karotenoid kulit buah jeruk²³. Pada penelitiannya tentang pembentukan warna kulit buah menggunakan etilen pada buah jeruk manis Shamouti, Cohen²⁴ menambahkan bahwa pada awal pemberian perlakuan etilen warna kulit buah tampak kuning disebabkan karena hancurnya klorofil dan adanya



Gambar 10. Pengaruh konsentrasi etilen terhadap derajat kecerahan jeruk keprok madu terigas pada hari ke-4 pemaparan di suhu ruang

Figure 10. Effect of ethylene concentrations to terigas tangerine degree of green on the fourth day of room temperature exposure

karotenoid pada kulit buah, setelah tahap ini karotenoid mulai terakumulasi hingga kulit buah tampak jingga.

Warna kuning pada jeruk keprok madu Terigas berasal dari pigmen karotenoid. Pada dasarnya ada dua jenis karotenoid yaitu karoten (tanpa atom oksigen dalam molekulnya) dan xantofil (mempunyai atom oksigen dalam molekulnya). Beta karoten adalah anggota karoten yang paling banyak terdapat pada buah, pigmen ini umumnya menyebabkan warna jingga pada buah serta mempunyai peran penting sebagai pro-vitamin A, sedangkan warna kuning biasanya disebabkan oleh xantofil¹⁵. Warna kuning dan merah pada bahan hasil pertanian disebabkan oleh adanya pigmen karotenoid, pembentukan senyawa karotenoid disebabkan oleh senyawa-senyawa yang dilepaskan pada proses degradasi klorofil²⁵.

Gambar 9 menunjukkan bahwa *trigger time* juga mempengaruhi peningkatan nilai b^* pada jeruk keprok madu Terigas, di mana 30 jam merupakan *trigger time* dengan derajat warna kuning tertinggi yaitu sebesar 63,971. Hasil analisis menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi etilen dan *trigger time* berpengaruh sangat nyata terhadap derajat warna kuning (b^*) kulit jeruk keprok madu Terigas sehingga dilanjutkan dengan uji Duncan pada taraf 5 %. Uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa antara konsentrasi etilen 1000 dan 2000 ppm tidak memiliki perbedaan yang nyata, namun kedua konsentrasi etilen tersebut berbeda nyata dengan perlakuan tanpa etilen dan juga dengan perlakuan 1500 ppm etilen. Perlakuan 1500 ppm etilen juga berbeda nyata dengan perlakuan tanpa etilen (Tabel 2). Hasil uji Duncan untuk *trigger time* menunjukkan bahwa *trigger time* 10 dan 20 jam tidak berbeda nyata, namun kedua perlakuan tersebut berbeda nyata dengan *trigger time* 30 jam (Tabel 3). Dari hasil uji Duncan pada taraf 5% tersebut dapat ditarik kesimpulan bahwa perlakuan terbaik untuk konsentrasi

etilen adalah 1000 ppm dan perlakuan terbaik untuk *trigger time* adalah 30 jam.

Derajat Kecerahan (L*)

Derajat kecerahan (L^*) pada kulit jeruk keprok madu Terigas cenderung membentuk pola yang sama yaitu meningkat dengan adanya perlakuan etilen. Nilai L berkisar antara 0-100 di mana 0 untuk warna hitam dan 100 untuk warna putih. Derajat kecerahan yang ditunjukkan pada Gambar 10 berkisar antara 50,911-70,590. Nilai L yang semakin besar menunjukkan bahwa warna buah semakin cerah sehingga terlihat semakin menarik. Derajat kecerahan tertinggi dicapai oleh perlakuan *degreening* dengan konsentrasi etilen sebesar 1000 ppm yaitu sebesar 70,590 dengan *trigger time* 30 jam.

Gambar 10 menunjukkan bahwa dengan perlakuan etilen nilai L^* jauh lebih meningkat dibandingkan tanpa perlakuan etilen. Hal ini terlihat di mana pada *trigger time* 30 jam, pemberian etilen sebesar 1000 ppm dapat meningkatkan nilai L^* sebesar 21,77% dari perlakuan tanpa etilen. Hasil analisis menunjukkan bahwa konsentrasi etilen dan *trigger time* berpengaruh sangat nyata terhadap derajat kecerahan jeruk keprok madu Terigas. Uji lanjut Duncan pada taraf 5 % menunjukkan antara konsentrasi etilen 1000, 1500, dan 2000 ppm tidak berbeda nyata namun ketiga konsentrasi etilen tersebut berbeda nyata terhadap perlakuan konsentrasi etilen 0 ppm (Tabel 2). Sedangkan uji lanjut Duncan taraf 5% untuk *trigger time* menunjukkan bahwa *trigger time* 10 dan 20 jam tidak berbeda nyata namun kedua perlakuan tersebut berbeda nyata terhadap *trigger time* 30 jam (Tabel 3).

Pemberian perlakuan etepon maupun etilen terhadap buah jeruk manis dapat menambah kecerahan warna buah²⁶. Perlakuan terbaik konsentrasi etilen adalah 1000 ppm dan *trigger time* terbaik yaitu selama 30 jam. Kitagawa *et al.*², menyatakan bahwa hasil *degreening* jeruk Satsuma dengan konsentrasi etilen 500-1000 ppm sudah sangat memuaskan, ditambahkannya lagi bahwa konsentrasi etilen sebesar 1000 ppm adalah yang paling cocok dan dalam 3-4 hari setelah pemindahan dari tempat pemaparan etilen maka degradasi klorofil mulai terjadi.

KESIMPULAN

1. Konsentrasi etilen dan *trigger time* tidak mempengaruhi sifat fisikokimia jeruk keprok madu Terigas seperti kekerasan, total padatan terlarut, vitamin C, dan kadar air, namun berpengaruh terhadap kandungan total klorofil dan karotenoid, derajat warna hijau, kuning, dan kecerahan.

2. Perlakuan terbaik dalam penelitian ini adalah *degreening* dengan konsentrasi etilen 1000 ppm dan *trigger time* 30 jam pada hari ke-4 penyimpanan di suhu ruang.

DAFTAR PUSTAKA

1. Setiawan AI, Trisnawati Y. Peluang Usaha dan Pembudidayaan Jeruk Siam. Jakarta: Penebar Swadaya; 2001.
2. Kitagawa H, Adachi S, Tarutani T. Studies On The Colouring og The Satsuma II; A Practical and Convniient Method of Colouring or Degreening with Ethylene Using Plastic Film. J. Japanese. Soc. Hort. 1999; 40: 195-199.
3. Didik. Budidaya Jeruk [internet]. 2010 [Diunduh 13 November 2013]. Tersedia di: <http://epetani.deptan.go.id/budidaya/budidaya-jeruk-1478>
4. Balitjestro. Keprok Madu Terigas [internet]. 2010 [Diunduh 13 November 2013]. Tersedia di: <http://balitjestro.litbang.deptan.go.id/id/185.html>.
5. Napitupulu B, Simatupang S, Karo-karo B, Simanjuntak A, dan Sembiring S. Pengaruh Penggunaan Ethrel Terhadap Mutu Jeruk Siem Madu Berastagi Selama Penyimpanan. Buletin Pascapanen Hortikultura. 1990; 1(3) : 7- 12.
6. Verheij EWM, Coroner RE.. Plant Resources of South-East Asia No 2 : Edible Fruits and Nut. Prosea, Bogor. 1992; p. 119-141.
7. Muchtadi D, Palupi N.S, Astawan M. Metabolisme Zat Gizi. Jakarta: Pustaka Sinar Harapan; 1993.
8. Tucker GA, Taylor J, Seymour G. Biochemistry of Fruit Ripening. London (GB): Chapman & Hall; 1993.
9. Santoso BB, Purwoko BS. Fisiologi dan Teknologi Pascapanen Tanaman Hortikultura. Indonesia Australia Eastern Universitas Project; 1995.
10. Huber DJ. The role of cell wall hydrolases in fruit softening. Hort. Rev. 1983; 5:169–219.
11. Sinclair WB, Joliffe VA.. Pectic substances of Valencia oranges at different stages of maturity. J. Food Sci. 1961; 26:125–130.
12. Pantastico EB. Fisiologi Pasca Panen. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.; 1986.
13. Ladaniya MS. Intermittent Ethylene Treatment Technique for Degreening of Fruits with Special Reference To Nagpur Mandarin. Indian Fd Packer. 1998; 52: 5-10
14. Mazumdar BC, Bhatt DNV. Effects of pre-harvest application of GA and Ethrel on sweet orange. Progressive Hort. 1996; 8, 89-91.
15. Winarno FG, Wirakartakusumah M.A. Fisiologi Lepas Panen. Jakarta: Sastra Hudaya; 1981.
16. Chaudary, Priyanka G.K, Jayaprakasha, Ron P, Bhimanagouda SP. Degreening and Postharvest Storage Influences Star Ruby Grapefruit (Citrus paradisi Macf.)

- Bioactive Compounds. Food Chemistry. 2012; 135: 1667-1675.
17. Pangestuti, Retno, Arry S, Suhariyono. Umur Simpan dan Perubahan Kualitas Jeruk Keprok SoE (*Citrus reticulata* Blanco) Pada Umur Petik dan Suhu Penyimpanan yang Berbeda. Batu: Balai Penelitian Tanaman Jeruk dan Buah Subtropika; 2008.
 18. Peng G, Xiu LX, Qian J, Song S, Chang JX. Chlorophyll a/b binding protein plays a key role in natural and ethylene-induced degreening of Ponkan (*Citrus reticulata* Blanco). *Scientia Horticulturae*. 2013; 160: 37-43.
 19. Shimokawa K, Sakanoshita A, Horiba K. Ethylene Induced Changes of Chloroplast Structure In Satsuma Mandarin. *Pl Cell Physiol*. 1998; 19: 229-236.
 20. Noack K. Biological decomposition of chlorophyll. *Biochem Z* 316: 166- 187 Zhou YJ, Chong DS, Lan Lan Z, Xiao D, Chang JX, Kun SC. Preferential Accumulation of Orange-Colored Carotenoids In Ponkan (*Citrus reticulata*) Fruit Peel Following Postharvest Application of Ethylene or Ethephon. *Scientia Horticulturae*. 2010; 126: 229-235.
 21. Roper BE, Miller EV. The effects of some special treatments in the degreening of Florida oranges as measured by respiration rate. *Plant physiol* 2001; 26(2): 244-257.
 22. McGlasson WB. Ethylene and Fruit Ripening. *Horticulture Science*. 1985; 20(1): 51-54.
 23. Aharoni Y, Houck LG. Change In Rind, Flesh, and Juice Color of Blood Oranges Stored I Air Supplemented With Ethylene Or In Oxygen Enriched Atmospheres. *J. Food Sci*. 1982; 47: 2091-2092
 24. Cohen E. Some Physiological Aspects of Citrus Fruit Degreening. *Proc. Int. Coc. Citric*, Vol. I. 1998; pp. 247-249.
 25. Syska, K. Kajian Pengaruh Suhu dan Konsentrasi Etilen Terhadap Perubahan Fisiologi dan Mutu Buah Pepaya Varietas IPB 1 [Tesis]. Bogor: Fakultas Teknologi Pertanian IPB; 2006.
 26. Barus TN.. Pengaruh Pemberian Ethrel (Etepon) Setelah Panen dan Tingkat Kematangan Buah Terhadap Pembentukan Warna Hingga Kulit Buah Pada Buah Jeruk Manis [Tesis]. Bogor: Fakultas Pertanian IPB; 1986.

EVALUATION OF DRIED STRAW MUSHROOM (*Volvariella volvacea*) CHARACTERISTICS DRYING BY FAR INFRA RED

Ridwan Rachmat and Resa Setia Adiandri

Indonesian Center for Agricultural Post Harvest Research and Development (ICAPRD)
IAARD-Ministry of Agriculture of the Republic of Indonesia
Jl. Tentara Pelajar 12, Komplek Penelitian Cimanggu Bogor 16114, West Java, Indonesia.
Email: rdwn2000@yahoo.com

(Diterima 03-01-2014; Disetujui 04-03-2015)

ABSTRACT

A study of the application of far infrared (FIR) radiation designed for drying sliced-straw mushroom. Far Infrared (FIR) radiation with 25-1000 μ m of wavelength was selected. FIR irradiation was effective in decreasing drying time while minimizing changes in color. The objective of the study was to evaluate: (1) the empirical performance of FIR dryer; (2) physical and chemical characteristics of dried product such as color, ascorbic acid, flavor, and chlorophyll. The treatments of the experiment was limited to the temperature variations and the data analyses was conducted to identify the drying rate of sliced-straw mushroom at specified temperatures of FIR radiation (50, 60, 65 and 75 °C). The nutrients content as well as the physical and chemical characteristics are discussed. The FIR radiator with 8.7 μ m of long wave is set at optimum distance between conveyor and FIR rays (18 $\pm$ 2 cm) with tunnel temperature at range 60 °C. The color's appearance of dried sliced-straw mushroom by FIR method was significantly consistent by blanching treatment with 0.1% *sodium metabisulfite* solution. the rehydration ratio of the dried mushroom was 65.42 $\pm$ 5.08%. This study concludes that the application of FIR drying technology is a prospective method to produce high quality of dried sliced-straw mushroom.

Keywords : far infrared, straw mushroom, physical-chemical characteristics of dried mushroom

ABSTRAK

Evaluasi karakteristik pengeringan jamur merang kering (*Volvariella volvacea*) menggunakan *Far Infra Red* (FIR).

Makalah ini memaparkan hasil studi penerapan radiasi *Far Infra Red* (FIR) yang dirancang untuk pengeringan jamur merang (*Volvariella volvacea*). Radiasi FIR dengan panjang gelombang 25-1000 μ m dipilih sebagai pengering yang digunakan dalam penelitian ini. Radiasi FIR efektif dalam menurunkan waktu pengeringan dengan perubahan warna minimal. Tujuan dari studi ini mengevaluasi (1) Kinerja teknologi pengeringan FIR; (2) karakteristik fisiko kimia produk kering meliputi warna, asam askorbat, aroma dan klorofil. Pembahasan meliputi laju pengeringan jamur merang dalam bentuk irisan pada suhu 50, 60, 65 dan 75 °C. Kandungan nutrisi maupun karakteristik fisiko kimia. Radiator FIR dengan panjang gelombang 8,7 μ m dengan jarak optimum antara konveyor dan FIR radiator (18 $\pm$ 2 cm) serta suhu lorong pada rentang 60 °C. Penampilan warna produk jamur hasil pengeringan dengan metoda pengeringan FIR dan proses blansir dengan 0,1% larutan Natrium meta bisulfate menghasilkan produk dengan rasio rehidrasi sebesar 65,42 $\pm$ 5,08%. Hasil studi ini menyimpulkan bahwa penerapan teknologi pengeringan FIR merupakan metoda yang prospektif untuk menghasilkan jamur kering yang berkualitas.

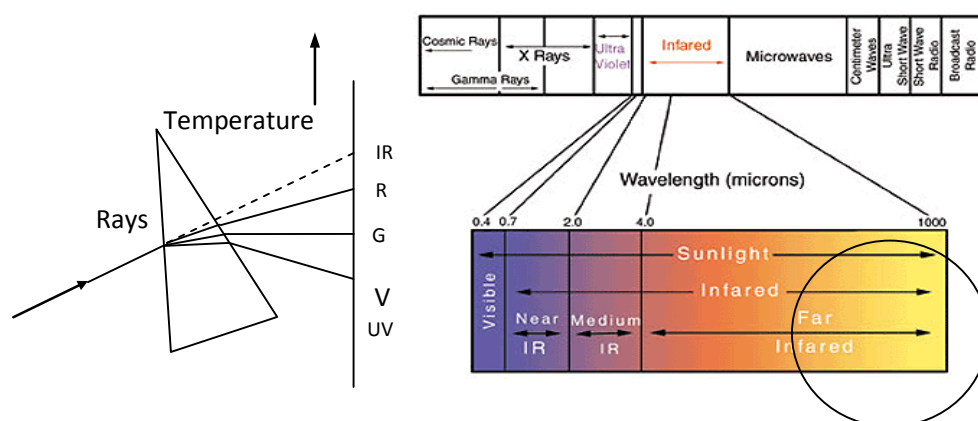
Kata Kunci: far infrared, Jamur merang, karakteristik fisiko kimia.

INTRODUCTION

To produce high quality using an efficient drying process with minimal changing of physical and chemical characteristics, a suitable drying method is required. The selection of an alternative drying system should focus on the method that minimize quality deterioration due to

perishable food. The drying capability is specified with moisture reduction around 80-90%wb or 11.5 to 32 MJ of required energy¹.

Most dried vegetables are prepared using hot-air dryer; however, this method is not suitable for food dehydration of those ingredients used in instant foods, since the rehydration rate of the vegetables is too slow. Freeze drying is a competitive alternative process for this



Note: IR: Infrared; R: Red; G: Green; V: Violet; UV: Ultra Violet

Figure.1. Far Infrared (FIR) rays and wavelength

application, but it is comparatively expensive. The Far Infrared drying method is expected to represent a new process for the production of high quality dried foods at low cost.

Infrared light lies between the visible and microwave portions of electromagnetic spectrum (Fig. 1). Infrared light has a range of wavelengths, just like visible light and “far infrared” is closer to the microwave region of the electromagnetic spectrum. Moreover, the wavelength of FIR radiation is about 25-1000 μm^1 and vegetables have infrared absorption wavelength in this region. For this reason, FIR radiation was selected as a prospective technology to be used for drying purpose.

The effect of FIR in the drying process (Figure 2) shows that the cuticle of material, which was dried by FIR, doesn't burn. The cuticle has the function to keep the moisture of the material to maintain flexibility. Moisture adheres to the surface of material. The moisture is a cluster of molecules of water. FIR cut the cluster by the resonance energy. The molecule that absorbs energy rushes into air. A molecule of the material also receives

energy. But it cannot rush into air because it is hindered to move by the structure of the material. The activated molecule re-activates the cluster of molecules in the material.

Vegetables with their varieties have specific color, taste, flavor and physical properties are important as the source of quality performance. The low quality of most vegetables being a perishable food is caused by the lack of awareness about post harvest handling and processing technology. FIR irradiation was effective at decreasing drying time while minimizing changes in color².

Any processing of the raw material can be expected to result in loss of nutrients, chlorophyll degradation or conversion to isomeric that has a smaller nutrient's activity nutritional value. FIR heating can be controlled easily to create delicate heating condition for savory aromas and the mild tastes³. FIR heating may have allowed a given pasteurization target level to be achieved at lower temperatures than that by conductive heating, while maintaining enzyme activity level⁴.

Radiated`absorption occurred in the whole of

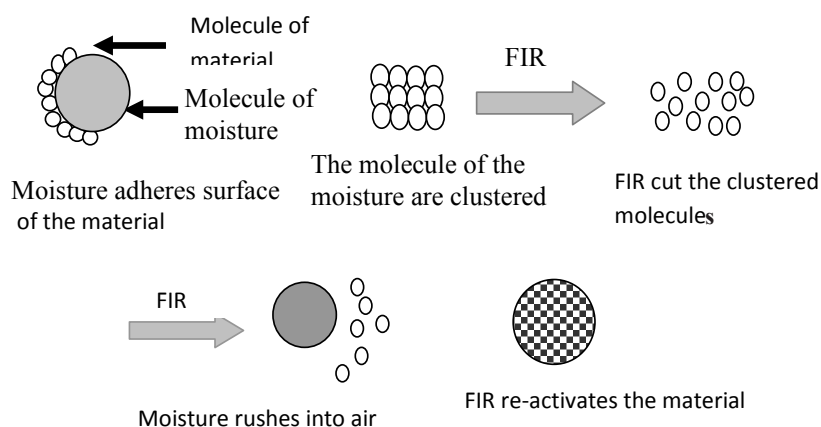


Figure. 2. Effect of FIR radiation in drying process

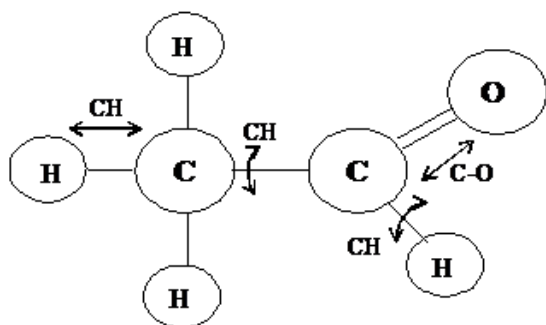


Figure 3. Dynamic molecules with oscillation frequency of FIR convert to temperature increase

dynamic molecules of the material with the similar oscillation frequency as FIR electromagnetic wave to increase the temperature Figure 3.

Kompany *et al.*⁵ investigated the retention of five major flavor components of cultivated mushrooms during freeze-drying and the effect of process conditions on the kinetics of loss of these components. The loss of volatiles was independent of the volatility of the compound and the relative loss for 1-octen 3-ol was more important than that of other components, whatever the operating conditions were.

Far infrared radiation has excellent radiation characteristics and high-energy conversion rates and this can be achieved by using ceramic-coated radiators³. Using such a radiator, the dehydrating synergy, generated by far infrared radiation heating, the drying of welsh onion resulted in significant positive effects on chlorophyll content. However, it is important that the FIR energy is adjusted so as not to cause deterioration of the quality of the sample, since the sample's surface temperature rises and causes deterioration of the color when FIR energy is too great. Mongpraneet *et al.*⁶

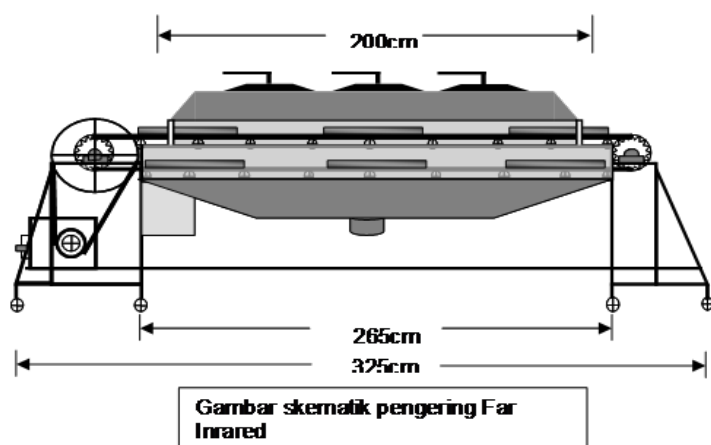
reported that the radiation intensity influenced the a^* for rehydrated onions, and the L^* and E^*_{ab} for dehydrated onions. Prabhanjan *et al.*⁷ concluded in his work that microwaves decrease drying time, but that they alter the color of the food. Meanwhile Tein *et al.*⁸ showed that drying in vacuum can produce food that possesses new texture. Sawai *et al.*⁴ studied FIR radiation as a method for thermal processing for food stuff. The application of FIR in thermal processing was expected to improve the hygiene of working environments by eliminating the need for a heating medium.

In this paper a study of the application of far infrared (FIR) radiation designed for drying sliced-straw mushroom is developed and the study was aimed at evaluating: (1) the empirical characteristics of dried sliced-straw mushroom (*Volvariella volvacea*) by FIR radiation; (2) physical and chemical characteristics of dried product such as color, ascorbic acid, flavor, and chlorophyll.

MATERIAL AND METHOD

Material

The research was conducted in Karawang Post Harvest Research Station, Indonesian Center for Agricultural Postharvest Research and Development (ICAPRD), from 2003 to 2005. The material comprised of straw mushroom. The fresh mushroom was obtained from local farmers in Karawang, West Java, Indonesia and supporting material such as laboratory chemical agents and facilities such as drying apparatus. The FIR dryer was designed and constructed as a part of this research program (Figure 4). The FIR dryer is a continuous movable conveyor type dryer powered by an electric motor with one Hp and connected to a speed



FITRAH-PPI-registered IPR patent no.: S00200400184

Figure 4. Schematic of Far Infrared dryer⁹

Components:

1. Control panel box
2. Lower conveyor
3. Exhaust fan
4. Drying tunnel
5. Upper conveyor
6. FIR Radiator
7. Transmission pulley
8. Gear box reducer

Table 2. Specification of FIR Dryer

No	Components	Specification
1	Capacity (kg input/hour)	2,5
2	Fuel	LPG
3	Gas pressure	9 Kgf/min
4	Consumption	0,3 kg/hour
5	Dimension (L x W x H)	300 x 40 x 75 cm
6	Power driver	1 hp (electric motor)
7	Transmission system	stainless steel chain
8	Radiator	3 units
9	Energy (Kkal/hr)	2000
10	Radiation temperature (°C)	40-100°C
11	Exhaust air velocity	1,17 m/s
12	Conveyor speed	1 m/min
13	Long wave (Wien Law)	8,7 μ m (60°C)*)

*) Wien constant of long wave 2.897

reducer (gear box) with 60% reduction. The main thermal source consisted of three FIR radiators of 2000 Kcal/hr and those are fueled by one unit of 42 kg of Liquefied Petroleum Gas (LPG) tanks. The dryer is also equipped with an exhaust fan of 0.1 Hp powered. The specification of the FIR dryer is mentioned in Table 2.

Methods

The fresh mushroom was obtained from local farmers in Karawang, West Java, Indonesia. The drying procedure for sliced-straw mushroom (*Volvariella volvacea*) is as followed: After rinsing the straw mushrooms were sliced (3-4 mm thickness). They were then soaked in 0.1% *natrium meta bisulphite* solution to inactivate enzymatic browning during thermal heating, followed by blanching into hot water (80°C) for 30 seconds. The blanched-sliced straw mushrooms were spread on a wire mesh trays in a single layer. Drying was done in the FIR dryer described in Fig.4. The FIR dryer was designed in such a way that the slices of mushrooms on the trays could be heated by FIR radiation on a movable wire conveyor. The dryer was equipped with a thermometer. The samples were picked up at a pre-defined time interval for measurement of the moisture content changes during the drying process and for measuring other quality components.

Measured Parameters

The parameters were analyzed during the experiment at chemical laboratory as follows.: moisture content by oven method (AOAC), ascorbic acid was measured by Spectrophotometer. The flavor was determined through volatile reduction substance (VRS) with gas chromatography method. Chlorophyll determination

was measured by spectrophotometer method. Color was detected by using a Chromameter. Rehydration was evaluated with gravimetric method.

Ascorbic acid measurement (Spectrophotometer)

Sample of 50-100 gram were mixed and blended with the equivalent weight of 6% of HPO_3 . The blended sample was mixed with 100 ml of 2% HPO_3 and then 5 ml of the solution was added to 10 ml of indophenol's solution. Afterward the absorbance of final treated samples was measured on 518 nm of long wave using a spectrophotometer. The resulting data from the spectrophotometer were compared to the standard curve.

Volatile reducing substance (VRS) determination

The mixture of 5 gram of samples with 100 ml of distilled water is heated for 15 minutes and then filtered using a screener. The filtered sample was extracted with diethyl ether until a 50 ml solution was reached. This solution was analyzed by gas Chromatography method.

Rehydration Test

The measurement of water rehydration rate was 200 g of distilled water were brought to temperature of 85-90 °C in a constant temperature water bath. Then a precisely weight of 1 gram of the dried material was placed in a wire gauze basket and soaked for 20 minutes. The samples were centrifuged to remove free water and the weight of each was taken¹⁰. The ratio of the mass of samples after the water rehydration to the predrying mass of the sample was calculated as a recovery ratio¹¹.

Chlorophyll Test

Chlorophyll test was done by means of pigment absorbance analyses at 652 nm of long wave. The total chlorophyll is calculated as follows:

$$\text{Total chlorophyll} = \frac{D_{652} \times 1000}{4.5} \text{ (mg/g of fresh leaf)}$$

Where:

D₆₅₂ : Chlorophyll pigment absorbance at 652 nm long wave
43.5 : Specific chlorophyll pigment absorbance at a definite long wave

RESULTS AND DISCUSSION

Drying Characteristics

The position of FIR radiator is set at optimum distance (18±2 cm) between conveyor-FIR rays and tunnel temperature at range 60°C. The FIR ray radiated the material and cut the cluster of the moisture molecule directly without air-drying media. This phenomenon

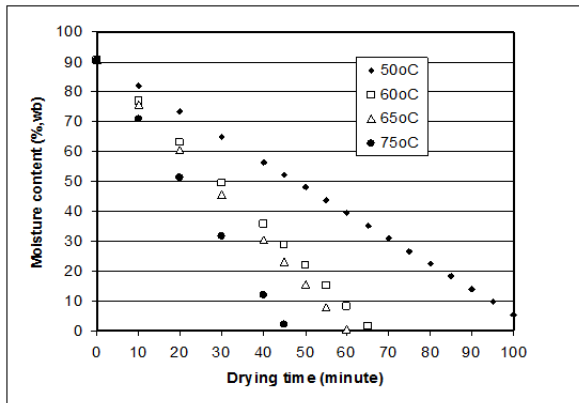


Fig. 5. Moisture content falling during drying process at different temperature

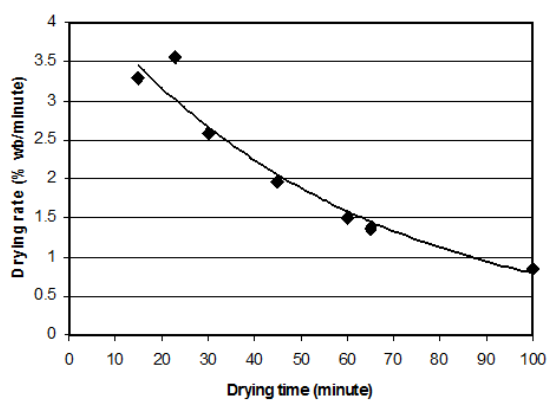


Fig. 6. Relationship between drying rate and drying time resulted in the high drying rate.

The moisture change during the drying process at different radiation temperature is shown in Fig. 5. The variation of the drying condition on moisture content change showed that four different conditions of FIR radiation gave different results in drying rate.

It is noted that the FIR energy was adjusted in order to prevent quality deterioration of the sample, since the sample's surface temperature rised and caused deterioration of the color when FIR energy was too great. On average the drying rate at the specified temperature indicated the trend to a relatively constant rate of drying rate as shown in Fig. 6. The relationship between drying rate and thermal radiation temperature (Fig. 7) showed the condition as stated in equation (1) with a correlation coefficient (R) of 0.989.

$$DR = 4,4268e^{-0,017\theta} \quad 50 \leq T < 100^{\circ}\text{C} \quad (1)$$

where : DR : Drying Rate (%/minute)

T : temperature ($^{\circ}\text{C}$) ; θ : time (minute)

Table 3. Color measurement results of sliced mushroom

Parameter	Fresh	Dried
L	50.50±5.80	82.87±1.55
a	6.78±1.76	5.87±1.67
b	32.57±6.55	24.3±1.60

Table 4. The comparison between fresh and dried sliced-mushroom quality

Components	Fresh	Dried
Moisture content (% w.b.)	89.05±1.15	8.17±1.80
Ascorbic acid (mg/g)	6.577±0.16	3.443±0.203
Chlorophyll (mg/100g)	1.247±0.019	1.516 x10-4 ± 0.661 x10-4
VRS (ppm)	12.61±0.10	5.1±0.15
Ash content (%)	1.133±0.104	5.067±0.011

2. Color Test

The color test showed that the dried sliced-straw mushrooms with FIR dryer had low variation in brightness as shown in Table 3. The results were significantly consistent.

The higher L values of dried products showed better in freshness appearance. The lower value of (a+) indicated a lower redness and this was consistent color appearance of the dried sliced-mushroom. The lower value of (b+) is a sign of less yellowness. In this case, browning was minimized from the heating treatment. The chemical quality of dried mushroom is shown in Table 4.

The ascorbic acid content as well as the VRS of the dried product showed almost 50% decreased due to sensitivity to heat treatments, while the chlorophyll content greatly changed in the dried sliced because of the low existance of chlorophyll pigment. The increase in ash content is a sign of the increased occurrence of the cut hydro-carbon molecule chains. This phenomenon indicated that the high temperature exposure on the surface of the material gave the significant effect in removing the moisture adhered to the surface of the material. At the average level, the rehydration ratio of the dried mushroom was 65.42±5.08%.

CONCLUSION

The FIR ray radiated the sliced-straw mushroom and cut the cluster of the moisture molecules directly without air-drying media. This phenomenon resulted in the high drying rate. FIR irradiation was effective at

decreasing drying time as well as minimizing changes in color. The application of FIR in sliced straw mushroom drying under the optimal condition resulted in minimum changes of quality compared to the fresh product. The blanching treatment has reduced browning from the FIR heating treatment. The color of dried sliced-straw mushroom was significantly consistent by blanching treatment. This study showed that the application of FIR drying technology is a promising method to produce high quality dried sliced-straw mushroom and is recommended also for the advantageous energy utilization in food dehydration.

REFERENCES

1. Hashimoto A, Igarashi H, and Shimizu N. Far-Infrared irradiation effect on pasteurization of bacteria on or within wet-solid medium. J. Chem. Engring. Jap. 1992; 25(6):666-671.
2. Ito K. Vegetable drying by Far Infrared radiation. Food machine device (in Japanese). 1986; 1: 45-53.
3. Sawai J, T. Nakai, A. Hashimoto, M. Shimizu. A comparison of the hydrolysis of sweet potato starch with α -amylase and infrared radiation allows prediction of reducing sugar production. International Journal of Food Science and Technology. 2004; 39 : 967-974.
4. Kompany E., F Rene. Aroma retention of cultivated mushrooms (*Agaricus bisporus*) during the freeze-drying Process. Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie. 1993; 26(6): 524-528.
5. Suzuki M, M. Watanabe, Noboru Sakai. Dehydration of scallop by far infrared radiation vacuum drying. Japan Journal of Food Engineering. 2004;5(4):249-257.
6. Mongpraneet S, Abe T., Tsurusaki. Accelerated drying of welsh onion by far infrared radiation under vacuum conditions. Journal of Food Engineering. 2002;55:147-156.
7. Prabhanjan DG, Ramaswamy HS, Raghavan GSV. Microwave-assisted convective air drying of thin layer carrots. J. Food Engineering. 1995;25:283-293.
8. Tein ML, Timothy DD, Christine HS. Characterization of vacuum microwave, air and freeze-dried carrot slices. Food Res. Intl. 1998;31(2):11-117.
9. Rachmat R, Lubis S, Hadipernata M, Sudaryono, Agustina I, Widaningrum, BAS. Santosa. Research progress on study of far infrared drying technology for instant vegetables. Annual report in Indonesian language. ICAPRD-IAARD. 2003.
10. Itoh K, Chung SH. Drying of agricultural products using long wave infrared radiation (part 2) – Drying of welsh onion. Journal of The Agricultural Society of Agricultural Structures. 1995;26:89-96.
11. Fasina O, Tyler B, Pickard M. Infrared heating of legume seeds effect on physical and mechanical properties. Paper No. 976013 an ASAE Meeting Presentation. Minnesota, Mirmneapolis. 1997.

JURNAL PENELITIAN PASCAPANEN PERTANIAN*(Indonesian Journal of Agricultural Postharvest Research)*

Volume 12, Nomor 1, Juni 2015

Akreditasi 593/AU3/P2MI-LIPI/03/2015

**PEDOMAN PENULISAN UNTUK JURNAL PENELITIAN PASCAPANEN
PERTANIAN**

1. Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian (J.Pascapanen) adalah publikasi ilmiah di bidang pascapanen pertanian dengan ruang lingkup teknologi penanganan hasil pertanian dan teknologi pengolahan hasil pertanian, yang memiliki manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi atau pembangunan pertanian.
2. Redaksi menerima artikel primer hasil penelitian yang belum pernah dipublikasikan.
3. Artikel diketik menggunakan program *Microsoft Word* dengan ukuran kertas A4 80 g, spasi 2, jarak dari tepi kertas masing-masing 3 cm, maksimal 20 halaman, huruf Times New Roman 12. Setiap halaman ada nomor halaman dan setiap baris mempunyai *line numbering* (nomor baris).
4. Susunan artikel sebagai berikut: Judul, Nama dan Institusi Penulis, Abstrak Berbahasa Indonesia, Kata Kunci, *Abstract* Berbahasa Inggris, *Keywords*, Pendahuluan, Bahan dan Metode, Hasil dan Pembahasan, Kesimpulan, Ucapan Terima Kasih (jika ada), dan Daftar Pustaka.
5. Judul: Singkat, jelas, menggambarkan isi naskah, informatif, terdiri dari 5 s.d 15 kata, menggunakan Bahasa Indonesia yang baik dan benar serta ditulis dengan huruf besar.
6. Nama dan Institusi Penulis: Nama penulis ditulis lengkap tanpa gelar, nama penulis pertama merupakan penulis utama, institusi penulis pertama, kedua dan seterusnya ditulis secara lengkap.
7. Abstrak dan *Abstract*: Memuat perumusan masalah, tujuan, metodologi, hasil utama, kesimpulan, dan implikasi hasil penelitian dengan jumlah tidak lebih dari 250 kata. *Abstract* berbahasa Inggris merupakan terjemahan dari abstrak berbahasa Indonesia. Dibawah abstrak dicantumkan kata kunci yang merupakan terjemahan dari *keywords* dengan jumlah antara 5-8 kata.
8. Pendahuluan: Memuat latar belakang, perumusan masalah yang akan dipecahkan, sitasi pustaka yang relevan, dan tujuan.
9. Bahan dan Metode: Memuat uraian tentang bahan dan peralatan, tempat dan waktu penelitian, serta metode penelitian (desain penelitian, perlakuan, rancangan percobaan, metode analisis) yang digunakan.
10. Hasil dan Pembahasan: Data yang ditampilkan sudah dianalisis dan relevan, pembahasan menjelaskan kaitannya dengan teori/hipotesis, dan menjelaskan pentingnya hasil yang diperoleh untuk kepentingan pengembangan penelitian selanjutnya/ penerapan teknologi/rekomendasi rumusan kebijakan.
 - a. Judul tabel dan isinya singkat ditulis dalam dua bahasa (Indonesia dan Inggris) sehingga tabel dapat berdiri sendiri. Tabel diberi nomor urut sesuai dengan keterangan di dalam teks. Keterangan tabel diletakkan di bawah tabel. Huruf a, b, c, dan seterusnya digunakan untuk tanda signifikansi sedangkan angka 1, 2, 3 dan seterusnya digunakan untuk keterangan tabel.
 - b. Judul gambar dan grafik beserta isinya ditulis dalam dua bahasa (Indonesia dan Inggris), diberi nomor urut serta penjelasannya. Data grafik agar dilampirkan dan dibuat dengan menggunakan program *Microsoft Excel*. Gambar berupa foto hitam putih atau berwarna ditampilkan dengan kontras. Jumlah halaman tabel dan gambar tidak melebihi 30% dari jumlah halaman artikel.
11. Kesimpulan: Mengemukakan hasil (*output*) terpenting yang dihasilkan (teori/inovasi terbaru), dan menjawab tujuan, hipotesis serta temuan lain selama penelitian.
12. Daftar Pustaka: Jumlah sumber pustaka minimal 10 dan pustaka primer minimal 80% dari referensi yang dirujuk. Urutan penulisan daftar pustaka disesuaikan dengan urutan angka pada

sisasinya berdasarkan cara penulisan Vancouver. Penjelasan penulisan Vancouver dapat diunduh di: <http://www.library.uq.edu.au/training/citation/vancouv.pdf>.

Contoh penulisan sitasi dan daftar pustakanya:

13. Jurnal/Buletin Ilmiah:

Proses pratanak mampu menurunkan Indeks Glikemik (IG) beras¹

1. Widowati S, Santosa BAS, Astawan M, Akhyar. Penurunan indeks glikemik berbagai varietas beras melalui proses pratanak. J.Pascapanen. 2009; 6(1):1-9.

...analisis kadar xathone menggunakan metode Pothitirat dan Gritsanapan² yang dimodifikasi

2. Pothitirat W, Gritsanapan, W. Quantitative analysis of total mangostins in Garcinia mangostana fruit rind. J.Health.Res. 2008; 22(4):161-166.

14. Buku:

Pengolahan pangan merupakan upaya untuk mengawetkan, mentransformasi, membuat atau merusak struktur³

3. Aguilera JM, Stanley DW. Microstructural principles food processing and engineering [second edition]. Gaithersburg Maryland: Aspen Publisher Inc; 1999.

15. e-Book:

Pemeraman pisang yang baik dilakukan pada suhu antara 17,5-20°C dengan kelembaban 75-85%⁴

4. Prabawati S, Suyanti, Setyabudi DA. Teknologi pascapanen dan teknik pengolahan buah pisang [e-book]. Bogor: Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian; 2008 [Diunduh tanggal 18 Agustus 2010]. Tersedia di:

http://pascapanen.litbang.deptan.go.id/media/publikasi/juknis_pisang.pdf

16. Prosiding:

Unsur kelembagaan dalam pengembangan sagu di Papua: pengrajin makanan, pembeli siaga, dan konsumen siaga⁵

5. Thahir R, Purwani EY, Yulianingsih, Soemantri AS. Pengembangan mi sagu dan gagasan model produksinya menunjang diversifikasi pangan di Papua. Prosiding Simposium Teknologi Inovatif Pascapanen II, 14 Agustus 2009; Bogor. Bogor: Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian; 2010.p.373-382.

17. Internet (website terpercaya):

Ada penulis:

....rekomendasi konsumsi garam perorang sekitar 2.300 mg/hari⁶

6. Tarver T. Desalting the food grid [internet]. 2010 [Diunduh tanggal 2 Agustus 2010]. Tersedia di:

<http://www.ift.org/food-technology/past-issues/2010/august/features/desalting-the-food-grid.aspx>

Tidak ada penulis:

Sampai tahun 2009 produk berbasis nano teknologi lebih dari 800 jenis, namun hanya 10% produk pangan, minuman dan pengemasan produk pangan⁷

7. Nanotechnologies [internet]. 2010 [Diunduh tanggal 18 Agustus 2010]. Tersedia di: http://www.fao.org/ag/agn/agns/nanotechnologies_en.asp

18. Disertasi/Tesis/Skripsi:

Sifat reologi larutan tepung mannan 11% yang dihasilkan dengan pengering semprot bersifat pseudoplastik dan thiksotropik⁸

8. Irene. Mempelajari proses pengeringan glukomannan dari umbi iles-iles kuning (*Amorphophallus oncophyllus*) dengan pengering semprot serta karakterisasi sifat fisikokimia dan reologinya [skripsi]. Bogor: Fakultas Teknologi Pertanian IPB; 2010.

19. Laporan Penelitian:

Kombinasi suhu inlet dan laju alir umpan terbaik untuk memproduksi mikroenkapsulasi oleoresin jahe adalah 170°C dan 15 ml/menit⁹

9. Yuliani S, Harimurti N, Yuliani S. Mikroenkapsulasi oleoresin jahe sebagai perisa (flavouring agent) produk makanan dan minuman. Laporan Penelitian. Bogor: Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian; 2007.

20. Pengiriman Naskah: naskah (*print out*) dikirim 2 rangkap ke Redaksi melalui pos dan file-nya dikirim melalui email. Keputusan Dewan Redaksi tentang penerimaan naskah akan disampaikan melalui e-mail.

Alamat Redaksi:

Redaksi Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian, Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian

Jl. Tentara Pelajar No. 12 Kampus Penelitian Pertanian Cimanggu-Bogor 16114

Telp : 0251-8321762 ext. Bidang KSPHP

email: jurnalpasca@gmail.com

publikasi_pascapanen@litbang.deptan.go.id