

PENELITIAN PENGUKURAN KADAR AIR BUAH

Aventi

Pusat Penelitian dan Pengembangan Permukiman

Email : aventi_kusuma@yahoo.co.id ; aventi.kusuma@gmail.com

Abstrak

Pengujian kadar air kulit buah dilakukan dengan dua cara, yaitu : pengujian kadar air kulit buah diperlakukan secara oven, dengan dikeringkan di dalam oven pengering pada suhu 100° C selama ± 80 jam, kemudian ditimbang pengurangan berat yang terjadi pada setiap interval waktu 2 (dua) jam sekali ; pengujian kadar air kulit buah diperlakukan secara alami, dengan dikeringkan di bawah sinar matahari selama ± 12 hari, kemudian ditimbang pengurangan berat yang terjadi pada setiap interval waktu 1 (satu) hari sekali. Kadar air kulit buah diperlukan untuk mengetahui seberapa lama kulit buah tersebut kuat atau tahan pada udara terbuka, untuk diangin-angin /dijemur /doven.

Kata kunci: kadar air, kulit buah.

Pendahuluan

Nanas

Nanas, nanas, atau ananas (*Ananas comosus* (L.) Merr.), memiliki nama daerah danas (Sunda) & neneh (Sumatera), dalam bahasa Inggris disebut *pineapple* dan orang-orang Spanyol menyebutnya pina. Nanas berasal dari Brasilia (Amerika Selatan) yang telah didomestikasi di sana sebelum masa Colombus. Pada abad ke-16 orang Spanyol membawa Nanas ini ke Philipina dan Semenanjung Malaysia, masuk ke Indonesia pada abad ke-15 (1599). Di Indonesia pada mulanya hanya sebagai tanaman pekarangan, dan meluas dikebunkan di lahan kering (tegalan) di seluruh wilayah nusantara. Tanaman ini kini dipelihara di daerah tropik dan sub tropik.⁴⁾

Buah nanas sebagaimana yang dijual orang bukanlah buah sejati, melainkan gabungan buah-buah sejati (bekasnya terlihat dari setiap sisik pada kulit buahnya) yang dalam perkembangannya tergabung bersama tongkol (*spadix*) bunga majemuk, menjadi satu buah besar. Di Indonesia, provinsi Lampung merupakan daerah penanaman nanas utama, dengan beberapa pabrik pengolahan nanas juga terdapat di sana.¹³⁾

Buah nanas banyak mengandung vitamin A dan C sebagai antioksidan. Juga mengandung kalsium, fosfor, magnesium, besi, natrium, kalium, dekstrosa, sukrosa, dan enzim bromelain.¹³⁾

Melon

Melon (*Cucumis melo* L.) merupakan nama buah sekaligus tanaman yang menghasilkannya, yang termasuk dalam suku labu-labuan atau *Cucurbitaceae*. Teksturnya lunak, berwarna putih sampai merah, tergantung kultivarnya.¹²⁾

Melon merupakan tumbuhan semusim, merambat tetapi menjalar, tidak memanjat. Daun berbentuk menjari dengan lekuk moderat sehingga seperti lingkaran bersudut. Batangnya biasanya tidak berkayu.¹²⁾

Tumbuhan ini berumah satu dengan bunga dua tipe: bunga jantan dan *hermafrodit*. Bunga jantan muncul biasanya pada saat tanaman masih muda atau bila tumbuhnya kurang baik.¹²⁾

Buah bertipe *pepo*. Bagian *mesokarp* menebal menjadi daging buah yang berair. Pemuliaan diarahkan pada daging buah yang tebal, manis, serta jika mungkin, harum.¹²⁾

Melon amat beragam, terutama dilihat dari bentuk buahnya. Terdapat dua subspecies dan sepuluh kelompok kultivar (*cultivar group*) dalam spesies ini.¹²⁾

Melon diperkirakan berasal dari Meksiko atau Amerika Selatan. Tanaman ini merupakan bagian dari spesies labu, juga spesies mentimun.¹⁵⁾

Semangka

Semangka atau *tembikai* (*Citrullus lanatus*, suku ketimun-ketimunan atau *Cucurbitaceae*) adalah tanaman merambat yang berasal dari daerah setengah gurun di Afrika bagian selatan. Tanaman ini masih sekerabat dengan labu-labuan (*Cucurbitaceae*), melon (*Cucumis melo*) dan ketimun (*Cucumis sativus*).¹¹⁾

Sebagaimana anggota suku ketimun-ketimunan lainnya, habitus tanaman ini merambat namun tidak dapat membentuk akar adventif dan tidak dapat memanjat. Jangkauan rambatan dapat mencapai belasan meter.¹¹⁾

Daunnya berlekuk-lekuk di tepinya. Bunganya sempurna, berwarna kuning, kecil (diameter 3 cm). Semangka adalah *andromonoecious monoklin*, yaitu memiliki dua jenis bunga pada satu tumbuhan : bunga jantan, yang hanya memiliki benang sari (*stamen*), dan bunga betina / *hermafrodit*, yang memiliki benang sari dan putik (*pistillum*). Bunga betina dapat dikenali dari adanya bakal buah (*ovarium*) di bagian pangkal bunga berupa pembesaran berbentuk oval.¹¹⁾

Buah semangka memiliki kulit yang keras, berwarna hijau pekat atau hijau muda dengan larik-larik hijau tua. Tergantung kultivarnya, daging buahnya yang berair berwarna merah atau kuning.¹¹⁾

Tanaman ini cukup tahan akan kekeringan terutama apabila telah memasuki masa pembentukan buah.¹¹⁾

Jeruk Bali

Jeruk bali, jeruk besar, atau *pomelo* (bahasa Inggris: *pomelo*, ilmiah: *Citrus grandis*, *C. maxima*) merupakan jeruk penghasil buah terbesar. Nama *pomelo* sekarang disarankan oleh Departemen Pertanian karena jeruk ini tidak ada kaitannya dengan Bali.¹¹⁾

Jeruk ini termasuk jenis yang mampu beradaptasi dengan baik pada daerah kering dan relatif tahan penyakit, terutama CVPD yang pernah menghancurkan pertanaman jeruk di Indonesia.¹¹⁾

Perbanyakan dapat dilakukan dengan biji (tidak dianjurkan untuk budidaya) atau dengan pencangkakan.¹¹⁾

Habitus pohon dengan tinggi 5 - 10 m. Batangnya kuat dan bercabang, kulit luarnya tebal berwarna coklat kekuningan dan ranting berduri. Helai daun besar dan bersayap lebar, bentuknya bulat telur memanjang atau elips dengan ujung meruncing, panjangnya 5 - 20 cm. Bunganya berwarna putih kekuningan. Buahnya berbentuk bola tertekan atau bentuk buah pir, kulit buahnya tebal sekitar 1,5 - 2 cm, daging buahnya putih atau merah muda dengan gelembung yang lepas satu sama lain, rasanya agak asam. Bijinya sedikit, ada juga yang tidak berbiji sama sekali. Di Indonesia jeruk ini tumbuh dengan baik dari dataran rendah sampai pada ketinggian 400 m di atas permukaan laut. Buahnya dimakan sebagai buah meja, kulit buah bagian dalam yang berwarna putih seperti busa dapat dibuat manisan. Jeruk bali umumnya berbuah pada bulan April - Juli. Perbanyakan dengan biji, okulasi atau cangkakan.⁶⁾

Sinonim dengan *Citrus grandis* (L.) Osbeck.3q, *Citrus decumana* Linn., *Citrus aurantium grandis* Linn, *Citrus aurantium-decumana* L, *Citrus costata* Raf, *Citrus pomellos* Poit, *Aurantium maximum* Burn.⁶⁾

Morfologi tanaman jeruk bali :¹⁴⁾

- Daun : berbentuk bulat telur dan berukuran besar, dengan bagian puncak atau ujung tumpul dan bagian tepi hampir rata, serta bagian dekat ujung agak berombak. Letak daun terpenjar dengan tangkai daun bersayap lebar, warna kekuningan, dan berbulu agak suram.
- Batang tanaman : agak kuat, garis tengah 10 - 30 m, berkulit agak tebal, kulit bagian luar berwarna coklat kekuningan, bagian dalam berwarna kuning. Pohon jeruk mempunyai banyak cabang yang terletak saling berjauhan dan merunduk pada bagian ujungnya. Cabang yang masih muda bersudut dan berwarna hijau, namun lama-lama menjadi berbentuk bulat dan berwarna hijau tua.
Tanaman citrus memiliki batang yang tergolong dalam batang berkayu (*lignosus*), yaitu batang yang biasanya keras dan kuat, karena sebagian besar terdiri dari kayu. Batangnya berbentuk bulat (*teres*), berduri (*spinous*) pendek, kaku dan juga tajam. Selain itu arah tumbuh batangnya menggantung (*nutans*), dimana batangnya tumbuh tegak lurus ke atas tetapi ujungnya lalu membengkok kembali ke bawah.
- Buah : berukuran besar dan berkulit tebal, berbentuk bulat atau bola yang tampak tertekan.
- Daging buah : warnanya merah muda atau merah jambu. Daging buah memiliki tekstur keras sampai lunak, rasa manis sampai sedikit asam, dan berbiji sedikit.
- Bunga : majemuk (*inflorescentia*), tersusun dalam malai yang keluar dari ketiak daun, bunga berbentuk bintang, diameter 1,5 – 2,5 cm, bunga berwarna putih, dan baunya harum.
- Akar : tunggang.

Penelitian yang telah dilakukan terhadap buah nanas :

- Albertus Septyantoko, Zulkifli, 14 Oktober 2014, Pemanfaatan Serat Daun Nanas Sebagai Bahan Peredam Panas Pada Genteng Beton Menggunakan Metode Hand Lay Up Untuk Aplikasi Bangunan Eco Building, albertustyan14, Abstrak, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.²⁾

Penggunaan serat daun nanas memiliki sifat peredam panas yang baik untuk genteng beton dengan tingkat efisiensi sekitar 10 % (Moya,2012). Intensitas radiasi matahari di Indonesia rata-rata sekitar 4,8 kWh/m² per hari (Irawan,2009) sehingga dari penggunaan genteng beton berserat daun nanas dapat menahan 480 Wh/m² per hari. Dengan penggunaan 20 m² dari genteng beton berbahan serat daun nanas dapat menahan radiasi sekitar 9,6 kWh perhari sehingga dapat menghemat energi operasional AC sekitar 80% dari penggunaan genteng beton. Hal ini akan lebih menghemat pengeluaran serta penggunaan yang berlebihan. Selain itu genteng beton ini memiliki ketahanan termal sebesar 110⁰C, tingkat penetrasi 50,6 , dan besar densitas 0,12 g/cm³. Dengan adanya genteng beton berbahan tambahan serat daun nanas diharapkan dapat menciptakan bangunan *eco building* yang mampu mengurangi penggunaan energi dan ramah lingkungan.²⁾

- Agus Dwi Catur, Sinarep, 2011, Pembuatan Panel Styrofoam Core Sandwich Composite Dengan Penguat Serat Tumbuhan dan Karakteristiknya, Abstrak, Universitas Mataram.¹⁾

Penelitian ini menggunakan serat alam untuk memperkuat polymer, telah dilakukan dengan teknik *hand lay up* (HLU). Pada teknik HLU, kulit komposit berupa komposit laminat polyester yang diperkuat serat tumbuhan dibuat di dalam cetakan, kemudian *core* berupa *styrofoam* direkatkan diantara dua kulit (laminat) dan dibiarkan memadat pada cetakan pada suhu *curing*-nya. Serat alam yang digunakan pada kulit komposit *sandwich* adalah serat nanas bali dan serat pohon pisang. Serat tumbuhan ini dibenamkan pada *polyester* untuk membuat laminat. Inti komposit

/core berupa *stryrofoam* disisipkan diantara dua laminat untuk memperkecil berat jenis komposit dan menambah kekakuannya. Komposit *sandwich* yang akan dikembangkan dipersiapkan untuk menggantikan panel kayu atau produk kayu. Berat jenis komposit, penyerapan air, pembengkakan dalam air, kekuatan tarik *edge*, *bending flat*, kekuatan tekan telah dikarakterisasikan pada laporan penelitian ini. Karakteristik ini sebagian juga telah dibandingkan dengan karakteristik kayu dan produk pengganti kayu yang sudah ada untuk mengetahui potensi komposit yang dikembangkan sebagai pengganti kayu.¹⁾

- o Ma Al-Huda, 27 Maret 2015, Pemanfaatan Limbah Kulit Nanas (*Ananas comosus* L.Merr) Sebagai Penggumpal Getah Karet.⁷⁾

Tingkat penggumpalan getah karet menggunakan ekstrak kulit nanas dengan penggunaan air fermentasi kulit nanas mempunyai penggumpalan getah yang lebih cepat karena pengaruh tingkat keasaman dari ekstrak kulit nanas dan dapat mengurangi bau busuk getah karet.⁷⁾

Kadar Air

Kadar air merupakan banyaknya air yang terkandung dalam bahan yang dinyatakan dalam persen. Kadar air juga salah satu karakteristik yang sangat penting pada bahan pangan, karena air dapat mempengaruhi penampakan, tekstur, dan cita rasa pada bahan pangan. Kadar air dalam bahan pangan ikut menentukan kesegaran dan daya awet bahan pangan tersebut, kadar air yang tinggi mengakibatkan mudahnya bakteri, kapang, dan khamir untuk berkembang biak, sehingga akan terjadi perubahan pada bahan pangan (Winarno, 1997).⁵⁾

Penentuan kadar air sangat penting dalam banyak masalah industri, misalnya dalam evaluasi *material balance* atau kehilangan selama pengolahan. Kita harus tahu kandungan air (dan kadang juga distribusi air) untuk pengolahan optimum, misalnya dalam penggilingan sereal, pencampuran adonan sampai konsistensi tertentu, dan produksi roti dengan daya awet dan tekstur tinggi. Kadar air harus diketahui dalam penentuan nilai gizi pangan, untuk memenuhi standar komposisi dan peraturan-peraturan pangan. Kepentingan yang lain adalah bahwa kadar air diperlukan untuk penentuan mengetahui pengolahan terhadap komposisi kimia yang sering dinyatakan pada dasar *dry matt*. Penentuan kadar air yang cepat dan akurat bervariasi tergantung struktur dan komposisinya. Dari segi analisis pangan, kandungan air dalam pangan dapat dibagi menjadi tiga macam bentuk. Air bebas adalah air dalam bentuk sebagai air bebas dalam ruang intergranular dan dalam pori-pori bahan. Air demikian ini berlaku sebagai agensia pendispersi bahan-bahan koloidal dan sebagai solven senyawa-senyawa kristalin. Air yang terserap (teradsorpsi) pada permukaan koloid makromolekular (pati, pektin, selulosa, protein). Air ini berkaitan erat dengan makromolekul-makromolekul yang mengadsorpsi dengan gaya absorpsi, yang diatributkan dengan gaya *Van der Waals* atau dengan pembentukan ikatan hidrogen. Air terikat, berkombinasi dengan berbagai substansi, sebagai air hidrat. Klasifikasi tersebut tidak mutlak. Istilah air bebas, teradsorpsi, dan terikat itu relatif (Anonim, 2011b)⁵⁾

Penentuan Kadar Air dengan Meode Oven

Prinsip dari metode oven pengering adalah bahwa air yang terkandung dalam suatu bahan akan menguap bila bahan tersebut dipanaskan pada suhu 105° C selama waktu tertentu. Perbedaan antara berat sebelum dan sesudah dipanaskan adalah kadar air (Anonim, 2011d).⁵⁾

Dengan mengatur panas, kelembaban, dan kadar air, oven dapat digunakan sebagai dehidrator. Waktu yang diperlukan adalah sekitar 5-12 jam. Lebih lama dari dehidrator biasa. Agar bahan menjadi kering, temperatur oven harus di atas 140° F. Kelebihan pengeringan buatan adalah suhu dan kecepatan proses pengeringan dapat diatur sesuai keinginan, tidak terpengaruh cuaca, sanitasi dan higiene dapat dikendalikan. Kelemahan pengeringan buatan adalah memerlukan keterampilan dan peralatan khusus, serta biaya lebih tinggi dibanding pengeringan alami (Anonim, 2009a).⁵⁾

Metodologi

Dalam penelitian ini, bahan yang digunakan meliputi :

- kulit nanas ;
- kulit jeruk bali ;
- kulit melon ;
- kulit semangka.

Sedangkan peralatan yang digunakan, terdiri dari :

- oven pengering ;
- baki oven tempat pengeringan ;
- timbangan ;
- pisau ;
- thermometer.

Dalam pelaksanaan penelitian ini menggunakan metode eksperimen pengukuran kadar air berbagai jenis kulit buah. Dimulai pada saat kulit buah itu dalam keadaan segar, hingga mencapai kering atau berat konstan (tidak berkurang lagi beratnya). Penimbangan berat dilakukan pada interval waktu 2 jam.

Dengan tahapan pengerjaan sebagai berikut :

- timbang kulit buah, catat beratnya (berat awal) (ukuran dalam gram) ;
- letakkan di atas baki oven tempat pengeringan ;
- atur suhu pada oven pengering $\pm 110^{\circ}$ C ;
- masukkan baki oven berisi kulit buah ke dalam oven, biarkan selama 2 jam ;
- setelah 2 jam, keluarkan baki oven dan tunggu hingga agak mendingin ;
- timbang kulit buah (berat akhir) (ukuran dalam gram) ;
- lakukan kembali ketiga langkah sebelumnya, pada setiap interval waktu 2 jam, hingga kulit buah menjadi benar-benar kering konstan homogen. Hal ini diketahui dari beratnya yang konstan (tidak berubah /turun lagi).
- hitung persen kadar air dalam kulit buah tersebut, dengan rumus : (berat awal - berat akhir) / berat awal x 100% = x % kadar cairan /air yg terdapat dalam kulit buah tersebut.

Hasil dan Pembahasan

Tabel 1. Kadar Air Buah Diperlakukan Secara Oven

No.	Waktu (Jam)	Jenis Buah /Kadar Air Oven (%)			
		Nanas	Jeruk Bali	Melon	Semangka
1	0	744,40	426,95	1.159,63	2.498,45
2	2	639,83	380,96	1.103,93	2.445,33
3	4	615,86	324,93	1.045,47	2.327,80
4	6	519,05	257,91	923,84	2.171,86
5	8	434,91	167,08	713,50	1.905,71
6	10	365,52	95,07	472,42	1.696,00
7	12	267,76	52,40	303,54	1.506,08
8	14	253,10	38,40	193,35	1.403,71
9	16	181,55	17,58	136,52	1.214,58
10	18	117,41	8,15	92,84	992,91
11	20	48,97	5,06	43,37	705,21
12	22	12,76	4,69	29,37	349,16
13	24	5,09	4,29	11,67	158,33
14	26	2,76	3,28	9,36	100,14
15	28	1,38	2,74	3,77	4,00
16	30	0,00	2,47	0,93	0,80
17	32	0,00	1,82	0,00	0,00
18	34	0,00	0,73	0,00	0,00
19	36	0,00	0,45	0,00	0,00
20	38	0,00	0,16	0,00	0,00
21	40	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabel 2. Analisis Variansi Kadar Air Secara Oven

Sumber Variasi	Dk	JK	RJK	ERJK	Fhitung	Ftabel
Rata2	1	11.984.912,07	11.984.912,07	-		
Jenis	3	8.939.090,18	2.979.696,73	$\sigma^2 + \frac{\sigma^2}{M}$ *	10,20	2,72($\alpha=0,05$)
Kekeliruan	80	23.358.895,68	291.986,20	σ^2		4,04($\alpha=0,01$)
Jumlah	84	44.282.897,93	-			

Dengan $\alpha = 0,05$ dan dk $u_1 = 3$, $u_2 = 80$ dari daftar distribusi F (Apendiks, Daftar D) didapat $F = 2,72$. Ini jelas jauh lebih kecil daripada F hitung = 10,20. Jadi H_0 ditolak pada taraf 0,05 dan hasil pengujian bersifat signifikan.

Keempat jenis kulit buah mengakibatkan hasil pengujian kadar air yang berlainan.

Kontras Ortogonal

Disini terdapat empat campuran ialah R_0 , R_1 , R_2 , dan R_3 ; mempunyai dk = 3. Karenanya dapat dibentuk kumpulan kontras paling banyak terdiri dari 3 buah. Salah satu diantaranya adalah :

$$C1 = R0 - R3$$

$$C2 = R0 + R1 + R2 - R3$$

$$C3 = R0 + R1 - R2 + R3$$

Diperoleh hipotesis :

$$H1 : C1 = 0 \text{ atau ekuivalen dengan } H1 : A = C$$

$$H2 : C2 = 0 \text{ atau ekuivalen dengan } H2 : A + C = B$$

$$(4.210,35 - 19.480,07)^2$$

$$JK (C1) = \frac{\dots}{3(+1)^2 + 3(-1)^2} = 38.860.724,81$$

$$\frac{(4.210,35 + 1.795,12 + 6.243,51 - 19.480,07)^2}{3(+1)^2 + 3(-1)^2}$$

$$JK (C2) = \frac{\dots}{3(+1)^2 + 3(+1)^2 + 3(+1)^2 + 3(-1)^2} = 4.357.388,55$$

$$\frac{(4.210,35 + 1.795,12 - 6.243,51 + 19.480,07)^2}{3(+1)^2 + 3(+1)^2 + 3(+1)^2 + 3(-1)^2}$$

$$JK (C3) = \frac{\dots}{3(+1)^2 + 3(+1)^2 + 3(-1)^2 + 3(+1)^2} = 30.854.643,21$$

$$3(+1)^2 + 3(+1)^2 + 3(-1)^2 + 3(+1)^2$$

Maka diperoleh RJK (kekeliruan) = 291.986,20 dengan dk = 80. Karenanya, memberikan :

$$F (C1) = 38.860.724,81 / 291.986,20 = 133,09$$

$$F (C2) = 4.357.388,55 / 291.986,20 = 14,92$$

$$F (C3) = 30.854.643,21 / 291.986,20 = 105,67$$

Apabila $\alpha = 0,05$ maka dari daftar distribusi F didapat $F_{0,05(10,20)} = 2,72$. R_0 , R_1 , R_2 , dan R_3 ditolak.

Terdapat perbedaan yang berarti antara campuran R_0 , R_1 , R_2 , dan R_3 .

Uji Rentang Newman – Keuls

Setelah disusun, terdapat rata-rata campuran sebagai berikut :

Rata-rata 200,49 85,48 297,31 927,62

Campuran R_0 R_1 R_2 R_3

RJK (kekeliruan) = 291.986,20

Kekeliruan baku rata-rata untuk tiap campuran besarnya :

$$\overline{sYa} = \sqrt{291.986,20 / 3} = 180,12$$

Dari daftar E, dalam Apendiks, dengan $u_2 = 3$ dan $\alpha = 0,05$ didapat :

campuran=	A	B	C
rentang=	115,01	211,83	630,31

Kalikan harga rentang yang diperoleh dengan 180,12, maka didapat RST untuk tiap campuran:

campuran=	A	B	C
-----------	---	---	---

$$RST = 20.715,60 \quad 38.154,82 \quad 113.531,44$$

Menghasilkan perbandingan antara campuran :

$$R0 \text{ dibandingkan } R1 \quad 115,01 < 20.715,60$$

$$R1 \text{ dibandingkan } R2 \quad 211,83 < 38.154,82$$

$$R2 \text{ dibandingkan } R3 \quad 630,31 < 113.531,44$$

Tidak terdapat perbedaan antara kadar air keempat jenis kulit buah.

Uji Scheffe

$$C1 = 4.210,35 - 19.480,07 = - 15.269,72$$

$$C2 = 3(4.210,35) + 1.795,12 + 6.243,51 - 19.480,07 = 1.189,61$$

$$C3 = 3(4.210,35) + 1.795,12 - 6.243,51 + 19.480,07 = 27.662,73$$

Dari daftar ANAVA, didapat $u_1 = 3$, $u_2 = 80$ dan untuk $\alpha = 0,05$ diperoleh $F = 2,72$

$$A = \sqrt{3} (2,72) = 2,86$$

$$\text{dan } s(C1) = \sqrt{(291.986,20)\{3(1)^2 + 3(-1)^2\}} = 1.323,60$$

$$s(C2) = \sqrt{(291.986,20) \{3(1)^2 + 3(1)^2 + 3(1)^2 + 3(-1)^2\}} = 1.871,85$$

$$s(C3) = \sqrt{(291.986,20) \{3(1)^2 + 3(1)^2 + 3(-1)^2 + 3(1)^2\}} = 1.871,85$$

Untuk C1, didapat $A \times s(C1) = 3.785,50$ dan karena $|C1| = 15.269,72 > 1.323,60$ maka kontras C1 signifikan.

Untuk C2, didapat $A \times s(C2) = 5.353,49$ dan karena $|C2| = 1.189,61 < 1.871,85$ maka kontras C2 tidak signifikan.

Untuk C3, didapat $A \times s(C3) = 5.353,49$ dan karena $|C3| = 27.662,73 > 1.871,85$ maka kontras C3 signifikan.

Antara kulit nanas, kulit jeruk bali, dan kulit semangka, berbeda secara berarti. Sedangkan antara kulit jeruk bali dan kulit melon, tidak berbeda secara berarti.

Batas-batas Konfidensi Untuk Rata-rata

Untuk menghitung interval konfidensi 95 % untuk rata-rata perlakuan μ_i dari hasil ANAVA, menghasilkan :

$$\overline{s Y_A} = \sqrt{E / n_{A1}} = \sqrt{291.986,20 / 3} = 180,12$$

Dari daftar distribusi *Student* dengan $dk = 3$ didapat harga $t_{0,9750} = 3,18$; sehingga interval konfidensi untuk μ_A dengan $Y_{R0} = 4.210,35$ adalah

$$4.210,35 - (3,18) (180,12) < \mu_{R0} < 4.210,35 + (3,18) (180,12)$$

$$\text{atau } 3.637,57 < \mu_{R0} < 4.783,13$$

Interval konfidensi untuk μ_{R1} dengan $Y_{R1} = 1.795,12$ adalah

$$1.795,12 - (3,18) (180,12) < \mu_{R1} < 1.795,12 + (3,18) (180,12)$$

$$\text{atau } 1.222,34 < \mu_{R1} < 2.367,90$$

Interval konfidensi untuk μ_{R2} dengan $Y_{R2} = 6.243,51$ adalah

$$6.243,51 - (3,18) (180,12) < \mu_{R2} < 6.243,51 + (3,18) (180,12)$$

$$\text{atau } 5.670,73 < \mu_{R2} < 6.816,29$$

Interval konfidensi untuk μ_{R3} dengan $Y_{R3} = 19.480,07$ adalah
 $19.480,07 - (3,18) (180,12) < \mu_{R3} < 19.480,07 + (3,18) (180,12)$
atau $18.907,29 < \mu_{R3} < 20.052,85$

Komponen Variansi

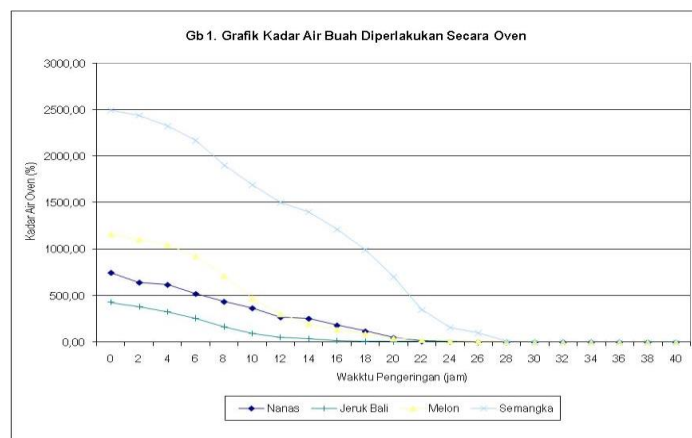
Di atas telah ditaksir harga $s_{\varepsilon}^2 = 291.986,20$

$$sY_{R0}^2 = s_{\varepsilon}^2 / n_{R0} = 291.986,20 / 3 = 97.328,73$$

$$\overline{sY_{R1}}^2 = s_{\varepsilon}^2 / n_{R1} = 291.986,20 / 3 = 97.328,73$$

$$\overline{sY_{R2}}^2 = s_{\varepsilon}^2 / n_{R2} = 291.986,20 / 3 = 97.328,73$$

$$\overline{sY_{R3}}^2 = s_{\varepsilon}^2 / n_{R3} = 291.986,20 / 3 = 97.328,73$$



Gambar 1. Grafik Kadar Air Buah Dipelakukan Secara Oven

Tabel 3. Kadar Air Buah Dipelakukan Secara Alami

No.	Waktu (hari)	Jenis Buah /Kadar Air Alami (%)			
		Nanas	Jeruk Bali	Melon	Semangka
1	0	772,55	515,03	2.065,96	3.756,45
2	1	689,28	459,52	1.792,00	3.430,19
3	2	548,06	365,37	1.077,65	2.634,34
4	3	408,44	272,29	289,88	1.564,07
5	4	257,63	171,75	43,29	662,79
6	5	212,51	141,67	20,78	442,94
7	6	122,48	81,65	0,00	136,69
8	7	67,70	45,13	0,00	29,07
9	8	25,67	17,11	0,00	2,30
10	9	1,40	0,93	0,00	0,00
11	10	0,00	0,00	0,00	0,00
12	11	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabel 4. Analisis Variansi Kadar Air Secara Alami

Sumber Variasi	Dk	JK	RJK	ERJK	Fhitung	Ftabel
Rata2	1	11.140.492,84	11.140.492,84	-		
Jenis	3	5.705.978,45	1.901.992,82	$\sigma^2 + \frac{\sigma^2}{M}$ *	2,77	2,82($\alpha=0,05$)
Kekeliruan	44	30.212.358,01	686.644,50	σ^2		4,26($\alpha=0,01$)
Jumlah	48	47.058.829,31	-			

Dengan $\alpha = 0,05$ dan $dk_{u_1} = 3$, $u_2 = 44$ dari daftar distribusi F (Apendiks, Daftar D) didapat $F = 2,82$. Ini lebih besar daripada F hitung = 2,77. Jadi H_0 ditolak pada taraf 0,05 dan hasil pengujian bersifat signifikan.

Keempat jenis kulit buah mengakibatkan hasil pengujian kadar air yang berlainan.

Kontras Ortogonal

Disini terdapat empat campuran ialah R_0 , R_1 , R_2 , dan R_3 ; mempunyai $dk = 3$. Karenanya dapat dibentuk kumpulan kontras paling banyak terdiri dari 3 buah. Salah satu diantaranya adalah :

$$C_1 = R_0 - R_3$$

$$C_2 = R_0 + R_1 + R_2 - R_3$$

$$C_3 = R_0 + R_1 - R_2 + R_3$$

Diperoleh hipotesis :

$$H_1 : C_1 = 0 \text{ atau ekuivalen dengan } H_1 : A = C$$

$$H_2 : C_2 = 0 \text{ atau ekuivalen dengan } H_2 : A + C = B$$

$$(3.105,68 - 12.658,84)^2$$

$$JK (C_1) = \frac{(3.105,68 - 12.658,84)^2}{3(+1)^2 + 3(-1)^2} = 15.210.477,66$$

$$3(+1)^2 + 3(-1)^2$$

$$(3.105,68 + 2.070,45 + 5.289,56 - 12.658,84)^2$$

$$JK (C_2) = \frac{(3.105,68 + 2.070,45 + 5.289,56 - 12.658,84)^2}{3(+1)^2 + 3(+1)^2 + 3(+1)^2 + 3(-1)^2} = 400.825,58$$

$$3(+1)^2 + 3(+1)^2 + 3(+1)^2 + 3(-1)^2$$

$$(3.105,68 + 2.070,45 - 5.289,56 + 12.658,84)^2$$

$$JK (C_3) = \frac{(3.105,68 + 2.070,45 - 5.289,56 + 12.658,84)^2}{3(+1)^2 + 3(+1)^2 + 3(-1)^2 + 3(+1)^2} = 13.115.609,34$$

$$3(+1)^2 + 3(+1)^2 + 3(-1)^2 + 3(+1)^2$$

Maka diperoleh RJK (kekeliruan) = 686.644,50 dengan $dk = 44$. Karenanya, memberikan :

$$F (C_1) = 15.210.477,66 / 686.644,50 = 22,15$$

$$F (C_2) = 400.825,58 / 686.644,50 = 0,58$$

$$F (C_3) = 13.115.609,34 / 686.644,50 = 19,10$$

Apabila $\alpha = 0,05$ maka dari daftar distribusi F didapat $F_{0,05(10,20)} = 2,82$. R_0 , R_1 , R_2 , dan R_3 ditolak.

Terdapat perbedaan yang berarti antara campuran R0, R1, dan R3. Tidak terdapat perbedaan yang berarti antara campuran R1 dan R2.

Uji Rentang Newman – Keuls

Setelah disusun, terdapat rata-rata campuran sebagai berikut :

Rata-rata	258,81	172,54	440,80	1.054,90
Campuran	R0	R1	R2	R3

RJK (kekeliruan) = 686.644,50

Kekeliruan baku rata-rata untuk tiap campuran besarnya :

$$\overline{sYa} = \sqrt{686.644,50 / 3} = 478,42$$

Dari daftar E, dalam Apendiks, dengan $u_2 = 3$ dan $\alpha = 0,05$ didapat :

campuran=	A	B	C
rentang=	86,27	268,26	614,10

Kalikan harga rentang yang diperoleh dengan 478,42, maka didapat RST untuk tiap campuran:

campuran=	A	B	C
RST	= 41.273,29	128.340,95	293.797,72

Menghasilkan perbandingan antara campuran :

R0 dibandingkan R1 $86,27 < 41.273,29$

R1 dibandingkan R2 $268,26 < 128.340,95$

R2 dibandingkan R3 $614,10 < 293.797,72$

Tidak terdapat perbedaan antara kadar air keempat jenis kulit buah.

Uji Scheffe

$$C1 = 3.105,68 - 12.658,84 = - 9.553,16$$

$$C2 = 3(3.105,68) + 2.070,45 + 5.289,56 - 12.658,84 = 4.018,21$$

$$C3 = 3(3.105,68) + 2.070,45 - 5.289,56 + 12.658,84 = 18.756,77$$

Dari daftar ANAVA, didapat $u_1 = 3$, $u_2 = 44$ dan untuk $\alpha = 0,05$ diperoleh $F = 2,82$

$$A = \sqrt{3(2,82)} = 2,91$$

$$\text{dan } s(C1) = \sqrt{(686.644,50)\{3(1)^2 + 3(-1)^2\}} = 2.029,75$$

$$s(C2) = \sqrt{(686.644,50)\{3(1)^2 + 3(1)^2 + 3(1)^2 + 3(-1)^2\}} = 2.870,49$$

$$s(C3) = \sqrt{(686.644,50)\{3(1)^2 + 3(1)^2 + 3(-1)^2 + 3(1)^2\}} = 2.870,49$$

Untuk C1, didapat $A \times s(C1) = 5.906,57$ dan karena $|C1| = 9.553,16 > 5.906,57$ maka kontras C1 signifikan.

Untuk C2, didapat $A \times s(C2) = 8.353,13$ dan karena $|C2| = 4.018,21 < 8.353,13$ maka kontras C2 tidak signifikan.

Untuk C3, didapat $A \times s(C3) = 8.353,13$ dan karena $|C3| = 18.756,77 > 8.353,13$ maka kontras C3 signifikan.

Antara keempat kulit buah terdapat perbedaan secara berarti.

Batas-batas Konfidensi Untuk Rata-rata

Untuk menghitung interval konfidensi 95 % untuk rata-rata perlakuan μ_i dari hasil ANAVA, menghasilkan :

$$\overline{s Y_A} = \sqrt{E / n_{A1}} = \sqrt{686.644,50 / 3} = 478,42$$

Dari daftar distribusi *Student* dengan dk = 3 didapat harga $t_{0,9750} = 3,18$; sehingga interval konfidensi untuk μ_A dengan $Y_{R0} = 3.105,68$ adalah

$$3.105,68 - (3,18) (478,42) < \mu_{R0} < 3.105,68 + (3,18) (478,42)$$

$$\text{atau } 1.584,30 < \mu_{R0} < 4.627,06$$

Interval konfidensi untuk μ_{R1} dengan $Y_{R1} = 2.070,45$ adalah

$$2.070,45 - (3,18) (478,42) < \mu_{R1} < 2.070,45 + (3,18) (478,42)$$

$$\text{atau } 549,07 < \mu_{R1} < 3.591,83$$

Interval konfidensi untuk μ_{R2} dengan $Y_{R2} = 5.289,56$ adalah

$$5.289,56 - (3,18) (478,42) < \mu_{R2} < 5.289,56 + (3,18) (478,42)$$

$$\text{atau } 3.768,18 < \mu_{R2} < 6.810,94$$

Interval konfidensi untuk μ_{R3} dengan $Y_{R3} = 12.658,84$ adalah

$$12.658,84 - (3,18) (478,42) < \mu_{R3} < 12.658,84 + (3,18) (478,42)$$

$$\text{atau } 11.137,46 < \mu_{R3} < 14.180,22$$

Komponen Variansi

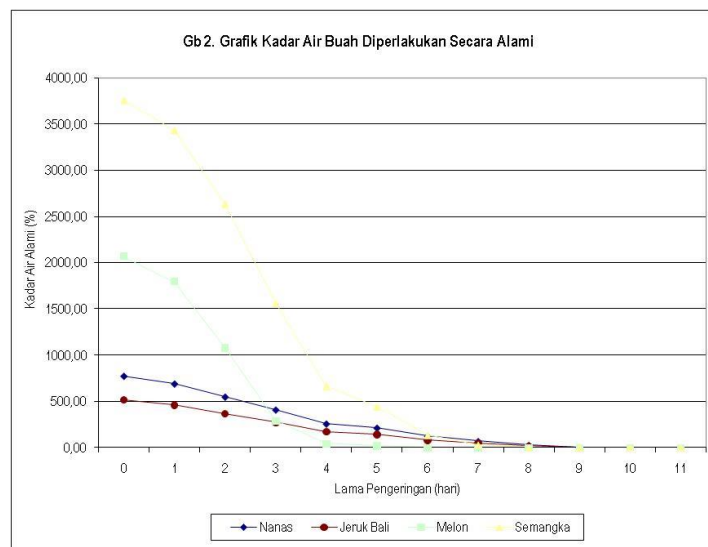
Di atas telah ditaksir harga $s_\varepsilon^2 = 686.644,50$

$$sY_{R0}^2 = s_\varepsilon^2 / n_{R0} = 686.644,50 / 3 = 228.881,50$$

$$\overline{sY_{R1}}^2 = s_\varepsilon^2 / n_{R1} = 686.644,50 / 3 = 228.881,50$$

$$\overline{sY_{R2}}^2 = s_\varepsilon^2 / n_{R2} = 686.644,50 / 3 = 228.881,50$$

$$\overline{sY_{R3}}^2 = s_\varepsilon^2 / n_{R3} = 686.644,50 / 3 = 228.881,50$$



Gambar 2. Grafik Kadar Air Buah Diperlakukan Secara Alami

Dilakukan pengujian sifat fisis agregat, sebagai contoh uji menggunakan pasir Cimalaka.

Tabel 5. Hasil Pengujian Sifat Fisis Agregat

No.	Jenis Pengujian	Hasil Uji	SNI.03-1750-90
		Pasir	Pasir
1	Kadar air,%	4,81	-
2	Kadar Lumpur,.. %	3,69	Maks. 5
3	Penyerapan air, %	4,70	-
4	Berat jenis, .. gr/cc	2,52	-
5	Bobot isi :		
	- Gembur,kg/lt	1,531	-
	- Padat, ..kg/lt	1,690	
6	Kadar zat organik,-/+	Negatif	(Negatif)
7	Kekerasan dengan Bejana Rudellof, lewat ayakan 2 mm, ..%	-	-
8	Analisa ayak, lewat saringan :		
	38,0 mm, %	100	
	19,0 mm, %	100	
	9,5 mm, %	100	100
	4,8 mm, %	89,45	90-100
	2,4 mm, %	69,02	60-95
	1,2 mm, %	47,73	30-70
	0,6 mm, %	28,95	15-34
	0,3 mm, %	12,44	5-20
	0 mm, %	6,03	0
	0	(zone 1)	

Pada SNI 03-1750-1990, tidak disebutkan angka persyaratan kadar air pasir, tetapi hasil uji sifat fisis pasir Cimalaka menunjukkan bahwa pasir Cimalaka memiliki kadar air 4,81 %.

Pengukuran kadar air menggunakan oven, diketahui bahwa untuk memperoleh kadar air setara kadar air pasir Cimalaka 4,81 %, dapat diperoleh dari kadar air kulit buah : nanas antara 5,09 % (24 jam) dan 2,76 % (26 jam) ; jeruk bali antara 5,06 % (20 jam) dan 4,69 % (22 jam) ; melon antara 9,36 % (26 jam) dan 3,77 % (28 jam) ; semangka antara 100,14 % (26 jam) dan 4,00 % (28 jam).

Sedangkan pengukuran kadar air secara alami, untuk memperoleh kadar air setara kadar air pasir Cimalaka 4,81 %, dapat diperoleh dari kadar air kulit buah : nanas antara 25,67 % (8 hari) dan 1,40 % (9 hari) ; jeruk bali antara 17,11 % (8 hari) dan 0,93 % (9 hari) ; melon antara 20,78 % (5 hari) dan 0,00 % (6 hari) ; semangka antara 29,07 % (7 hari) dan 2,30 % (8 hari).

Pada SNI 03-1971-1990, berat benda uji untuk pemeriksaan agregat minimum tergantung pada ukuran butir maksimum sesuai tabel berikut :

Tabel 6. Berat Minimum Benda Uji¹⁵⁾

Ukuran Butir Maksimum		Berat (W) Agregat Minimum (kg)
Mm	inci	
6,3	1/4	0,5
9,5	3/8	1,5
12,7	1/2	2,0
19,1	3/4	3,0
25,4	1	4,0
38,1	1 1/2	6,0
50,8	2	8,0
63,5	2 1/2	10,0
76,2	3	13,0
88,9	3 1/2	16,0
101,6	4	25
152,4	6	50

Gradasi agregat halus harus memenuhi kurva gradasi yang disyaratkan, dan angka kehalusan agregat halus sebesar 2,891 memenuhi persyaratan ASTM C33-94, yaitu antara 2,3 – 3,1, juga kandungan lumpur agregat halus disyaratkan tidak lebih dari 5 %. Kandungan bahan organik halus juga memenuhi persyaratan, ditunjukkan dengan perbandingan warna larutannya yang lebih muda dari warna standar.³⁾

Bahan limbah organik biasanya mengandung lignoselulosa, gula, asam, resin, minyak, lilin atau wax, dan zat organik lainnya. Bahan ini, bila digunakan dengan bahan pengikat semen portland harus diperhitungkan kandungan zat-zat tersebut, karena dapat mempengaruhi dalam proses pengikatan dan pengerasan semen. Untuk mengatasi hal ini, maka bahan limbah organik harus diberi perlakuan terlebih dahulu untuk menghilangkan atau menurunkan kandungan zat-zat yang dapat menghambat proses pengikatan dan pengerasan semen.³⁾

Menurut Parker dalam Short A dan William K (1963), perlakuan pendahuluan bahan limbah organik adalah dengan : perlakuan oksidasi, perlakuan *waterproof*, netralisasi dengan alkali, perlakuan semen dengan akselerator.³⁾

Menurut Sanderman dalam Kamil (1970), tidak semua jenis kayu atau bahan berlignoselulosa dapat berikatan dengan semen. Hal ini disebabkan oleh kandungan zat gula, tanin, dan minyak, yang dapat mengganggu proses pengerasan semen. Persyaratan kayu atau bahan berlignoselulosa untuk digunakan sebagai bahan baku pembuatan papan semen maksimum mengandung kadar zat gula 1 %, tanin 2 %, dan minyak 3 %. Selain itu bila diukur panas hidrasi yang terjadi di atas 60° C termasuk kategori baik, 55° – 60° C kategori menengah dan kategori jelek kurang dari 55° C.³⁾

Kulit buah termasuk kedalam bahan berlignoselulosa, sehingga sebelum digunakan sebagai bahan bangunan, harus mendapat perlakuan pendahuluan seperti tersebut diatas.

Kesimpulan

1. Kadar air yang paling lama berada dalam proses kering oven adalah kulit jeruk bali, yaitu kadar air 0,16 % selama 38 jam. Sedangkan kadar air yang paling sebentar dalam proses kering oven adalah kulit nanas, yaitu kadar air 1,38 % selama 28 jam.

2. Nilai kadar air tertinggi pada jam pertama proses kering oven adalah kulit semangka, yaitu kadar air 2.498,45 %. Nilai kadar air terendah pada jam pertama proses kering oven adalah kulit jeruk bali, yaitu kadar air 426,95 %.
3. Kadar air yang paling lama berada dalam proses pengeringan secara alami adalah kulit jeruk bali, yaitu kadar air 0,93 % selama 9 hari, dan kulit nanas, yaitu kadar air 1,40 % selama 9 hari. Sedangkan kadar air yang paling sebentar dalam proses pengeringan secara alami adalah kulit melon, yaitu kadar air 20,78 % selama 5 hari.
4. Nilai kadar air tertinggi pada hari pertama proses pengeringan secara alami adalah kulit semangka, yaitu kadar air 3.756,45 %. Nilai kadar air terendah pada hari pertama proses pengeringan secara alami adalah kulit jeruk bali, yaitu kadar air 515,03 %.
5. Penggunaan kulit buah sebagai pengisi (*filler*) agregat, dapat dilakukan setelah dilakukan pengeringan baik secara oven maupun secara alami, sehingga dihasilkan kulit buah yang memiliki kadar air yang setara dengan kadar air agregat yang dipersyaratkan dalam SNI 03-1971-1990.
6. Penggunaan kulit buah sebagai pengisi agregat juga dapat dilakukan, asalkan memiliki berat yang sesuai untuk pemeriksaan agregat minimum dan ukuran butir maksimum. memenuhi kurva gradasi, angka kehalusan, kandungan lumpur, dan kandungan bahan organik yang disyaratkan.
7. Kulit buah termasuk kedalam bahan berlignoselulosa, sehingga sebelum digunakan sebagai bahan bangunan, harus mendapat perlakuan pendahuluan, seperti : oksidasi, waterproof, netralisasi dengan alkali, semen dengan akselerator, sehingga dapat menghilangkan atau menurunkan kandungan zat-zat yang dapat menghambat proses pengikatan dan pengerasan semen.

Daftar Pustaka

Agus Dwi Catur, Sinarep, 2011, Pembuatan Panel Styrofoam Core Sandwich Composite Dengan Penguat Serat Tumbuhan dan Karakteristiknya, Abstrak, Universitas Mataram. Google.com, diunduh 26 Juli 2015.

Albertus Septyantoko, Zulkifli, 14 Oktober 2014, Pemanfaatan Serat Daun Nanas Sebagai Bahan Peredam Panas Pada Genteng Beton Menggunakan Metode Hand Lay Up Untuk Aplikasi Bangunan Eco Building, albertustyan14, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Google.com, diunduh 26 Juli 2015.

Balai Bahan Bangunan, 2006, Pengembangan Bahan Bangunan Berbasis Limbah, Laporan Akhir, Pusat Penelitian dan Pengembangan Permukiman, Badan Penelitian dan Pengembangan Kimpraswil, Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah. Cara Budidaya Buah Nanas, <http://budidaya-petani.blogspot.com/2013/03/nanas.html>. Google.com, diunduh 26 Juli 2015.

Evi Kumalasari, Irianty David, 17 Desember 2012, Laporan Praktikum Kadar Air dan Kadar Abu, Aplikasi Teknik Laboratorium, Penentuan Kadar Air dan Kadar Abu, Laboratorium Kimia Analisa dan Pengawasan Mutu Pangan, Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Jurusan Teknologi Pertanian, Universitas Hasanuddin, Makassar. Google.com, diunduh 26 Juli 2015.

Genkislami, Kandungan dan Manfaat Jeruk Bali. Penyembuhan dengan jeruk oleh Prof. H. M. Hembing Wijayakusuma. Google.com, diunduh 26 Juli 2015.

Ma Al-Huda, 27 Maret 2015, Pemanfaatan Limbah Kulit Nanas (*Ananas comosus* L.Merr) Sebagai Penggumpal Getah Karet. Google.com, diunduh 26 Juli 2015.

SNI 03-1971-1990, SK SNI M-11-1989-F, Metode Pengujian Kadar Air Agregat. Sudjana, 1985, Disain dan Analisis Eksperimen, Bandung.

Wikipedia Bahasa Indonesia, 1 Mei 2014, Semangka, Ensiklopedia Bebas. Google.com, diunduh 26 Juli 2015.

Wikipedia Bahasa Indonesia, 30 Agustus 2014, Jeruk Bali, Ensiklopedia Bebas. Google.com, diunduh 26 Juli 2015.

Wikipedia Bahasa Indonesia, 7 Februari 2015, Melon, Ensiklopedia Bebas. Google.com, diunduh 26 Juli 2015.

Wikipedia Bahasa Indonesia, 11 Maret 2015, Nanas, Ensiklopedia Bebas. Google.com, diunduh 26 Juli 2015.

....., 23 Oktober, Jeruk Bali (*Citrus Maxima*). http://id.wikipedia.org/wiki/Jeruk_bali. Google.com, diunduh 26 Juli 2015.

....., Melon, Makanan Sehat, <http://www.sobatcantik.com/wp-content/uploads/2013/03/melon.jpg>. Google.com, diunduh 26 Juli 2015.