

ANALISIS PROKSIMAT KERIPIK WORTEL (*Daucus carota*, L.) PADA SUHU DAN LAMA PENGGORENGAN YANG BERBEDA MENGGUNAKAN MESIN *VACUUM FRYING*

Ismed

Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Andalas,
Kampus Unand Limau Manis, Padang-25163
Email: ismed@fateta.unand.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh suhu dan lama penggorengan yang berbeda menggunakan mesin *vacuum frying* terhadap analisis proksimat keripik wortel (*Daucus carota*, L.) yang dihasilkan. Penelitian dilaksanakan di rumah pengolahan produk hortikultura Nagari Batu Palano Kec. Sungai Pua Kab. Agam dan Laboratorium Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Andalas, Padang pada bulan Agustus sampai Oktober 2015. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola faktorial 3x3. Faktor pertama adalah suhu penggorengan yaitu suhu 80°C (A1), 85°C (A2) dan 90°C (A3). Faktor kedua adalah lama penggorengan yaitu 50 menit (B1), 60 menit (B2) dan 70 menit (B3). Analisis proksimat terhadap keripik wortel meliputi kadar air, kadar protein, kadar lemak, kadar abu dan kadar karbohidrat (*by difference*). Hasil penelitian menunjukkan kadar air tertinggi pada perlakuan A2B1 yaitu 19,60% dan terendah pada A2B3 yaitu 16,23%, kadar protein tertinggi pada perlakuan A3B2 yaitu 3,33% dan terendah pada perlakuan A3B3 yaitu 1,89%, kadar lemak tertinggi pada perlakuan A2B2 yaitu 20,54% dan terendah pada A3B3 yaitu 11,84%, kadar abu tertinggi pada perlakuan A1B1 yaitu 17,19% dan terendah pada A3B3 yaitu 3,46%, kadar karbohidrat tertinggi pada perlakuan A3B3 yaitu 64,66% dan terendah pada A2B2 yaitu 43,75%. Suhu penggorengan optimum adalah 90°C dan lama penggorengan optimum adalah 70 menit atau perlakuan A3B3 yang menghasilkan produk terbaik di antara perlakuan yang lain.

Kata kunci: keripik wortel, *vacuum frying*, suhu dan lama penggorengan, analisis proksimat

PENDAHULUAN

Produk hortikultura di Indonesia khususnya di Provinsi Sumatera Barat memiliki produksi yang tinggi dan pangsa pasar tersendiri, salah satunya adalah wortel. Wortel (*Daucus carota*, L.) termasuk komoditas sayuran yang banyak mengandung β karoten yang merupakan prekursor vitamin A. Karoten atau provitamin A dapat dikonversikan oleh tubuh menjadi vitamin A yang aktif. Vitamin A adalah bagian yang penting dari proses penerimaan cahaya mata. Kekurangan dari vitamin A akan menyebabkan kebutaan dan meningkatnya angka kesakitan serta kematian pada balita (Iswari, 2007). Kadar air yang tinggi pada wortel menyebabkan sayuran ini tidak tahan lama dan mudah rusak atau busuk. Dalam upaya memperpanjang masa simpan wortel, diperlukan teknologi yang dapat mengurangi kerusakan dan kebusukan wortel tersebut. Salah satu teknologi yang dapat diaplikasikan yaitu melalui penggorengan dengan mesin *vacuum frying* sehingga menghasilkan produk keripik wortel yang memiliki kadar air rendah, umur simpan yang lebih lama, tidak mudah rusak atau busuk dan akan meningkatkan nilai ekonomis sayuran wortel.

Keripik merupakan jenis makanan yang sudah dikenal masyarakat, baik produk tradisional maupun skala industri. Produk ini disukai karena rasanya enak, renyah, tahan lama, praktis, mudah dibawa dan disimpan serta dapat dinikmati setiap waktu. Faktor penting yang menentukan kualitas atau mutu keripik ditentukan oleh bahan baku yang digunakan, kualitas minyak goreng, cara penggorengan dan pengemasan (Sulistiyowati, 2001).

Penelitian dengan menggunakan penggorengan vakum (*vacuum frying*) sudah banyak diaplikasikan pada produk buah dan sayur seperti nangka, pisang, apel, salak, nenas, papaya, melon, mangga, buncis, dan sebagainya. Untuk produk buah dan sayuran lainnya perlu dilakukan penelitian. Keunggulan penggorengan vakum dibandingkan dengan penggorengan konvensional seperti *deep fat frying* adalah dapat mengurangi kadar minyak yang menyerap kedalam produk, dapat mempertahankan citarasa dan warna khas produk karena dengan penggunaan suhu rendah dan kadar oksigen yang rendah selama proses, mengurangi pengaruh negatif yang lebih sedikit terhadap kualitas minyak (Shyu *et al.*, 1998).

Penggorengan vakum dilakukan dibawah tekanan atmosfer, umumnya dibawah 50 Torr (6.65 kPa) karena adanya penurunan tekanan titik didih minyak maupun dalam bahan (Garayo dan Moreira, 2002). Penggorengan vakum dilakukan dalam ruangan tertutup dengan kondisi tekanan hampa. Mesin penggoreng hampa terdiri dari pompa vakum, tabung penggoreng, pengendali temperatur, kondensor, dan sumber pemanas (Latriyanto, 1997). Suhu dan waktu penggorengan vakum merupakan faktor penting yang mempengaruhi stabilitas phytochemical dan nutraceutical suatu produk (Shirsat *et al.*, 1998).

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui suhu dan lama penggorengan yang terbaik atau optimum dari hasil analisis proksimat (kadar air, protein, lemak, abu dan karbohidrat) keripik wortel dengan menggunakan mesin *vacuum frying*.

METODOLOGI PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di Rumah Pengolahan Produk Hortikultura Nagari Batu Palano Kec. Sungai Pua Kab. Agam dan Laboratorium Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Andalas, Padang pada bulan Agustus sampai Oktober 2015.

B. Bahan dan Alat

Bahan penelitian yaitu wortel segar tipe imperator mempunyai ujung umbi yang runcing diperoleh dari petani wortel di Nagari Batu Palano Kec. Sungai Pua Kab. Agam, minyak goreng komersial, kemasan Polipropilen (PP) dan bahan-bahan kimia untuk analisis proksimat. Peralatan yang digunakan antara lain mesin *vacuum frying* tipe water-jet dengan kapasitas 1.5 kg bahan per *batch* yang diproduksi oleh PT. Mesin Globalindo-Malang, *spinner*, *hand sealer*, pisau dan panci *stainless steel*, kain kasa, timbangan, kompor gas, dan peralatan untuk analisis proksimat.

C. Persiapan Bahan Baku

Wortel disortasi, dicuci, dikupas, diiris setebal ± 5 mm menggunakan *slicer* dan dicuci, disimpan dalam *freezer* ($\pm 10^{\circ}\text{C}$) selama 1 jam. Selanjutnya wortel digoreng menggunakan *vacuum frying* dengan suhu dan waktu yang telah ditetapkan sesuai dengan perlakuan dalam penelitian.

D. Penggorengan Vakum (*Vacuum Frying*)

Irisan wortel digoreng dengan bantuan penggorengan vakum (*vacuum frying*). Kapasitas tabung penggorengan adalah 1.5 kg irisan wortel per proses, dengan volume minyak sebanyak 12 liter/*batch*, Minyak digunakan hanya untuk 2-4 kali proses, selanjutnya minyak diganti dengan yang baru. Suhu penggorengan diatur pada suhu (80°C , 85°C , 90°C) dan waktu (50, 60, 70 menit). *Vacuum frying* dioperasikan pada tekanan -60 cmHg.

E. Analisa Proksimat

Analisa proksimat meliputi kadar air, protein, lemak, abu (AOAC, 2005) dan karbohidrat (*by difference method*)

F. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) Faktorial 3 x 3. Faktor I adalah suhu penggorengan yaitu suhu 80°C , 85°C , 90°C dan Faktor II adalah lama penggorengan yaitu 50, 60, 70 menit. Kombinasi perlakuan dalam penelitian ini adalah A1B1 (T: 80°C ,t:50), A1B2 (T: 80°C ,t:60), A1B3 (T: 80°C ,t:70), A2B1 (T: 85°C ,t:50), A2B2 (T: 85°C ,t:60), A2B3 (T: 85°C ,t:70), A3B1 (T: 90°C ,t:50), A3B2 (T: 90°C ,t:60), A3B3 (T: 90°C ,t:70).

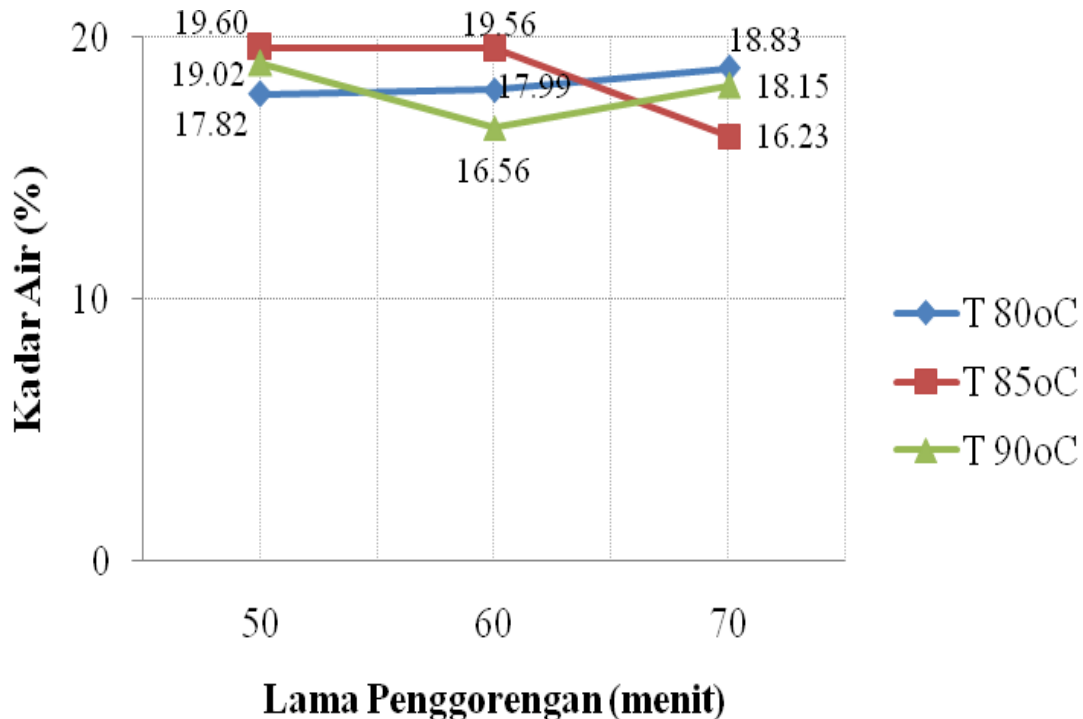
G. Analisis Statistik

Uji sidik ragam (ANOVA) diterapkan pada data yang diperoleh dan dilanjutkan dengan uji beda rata-rata (DMRT) untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap mutu dan karakteristik keripik wortel. Analisis statistik dilakukan menggunakan *software* SPSS versi 15.0.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Kadar Air

Penentuan kadar air keripik wortel bertujuan untuk mengetahui kerenyahan, kestabilan dan masa simpan keripik. Nilai kadar air keripik wortel dengan perlakuan suhu dan lama penggorengan menggunakan vacuum frying terdapat pada Gambar 1.



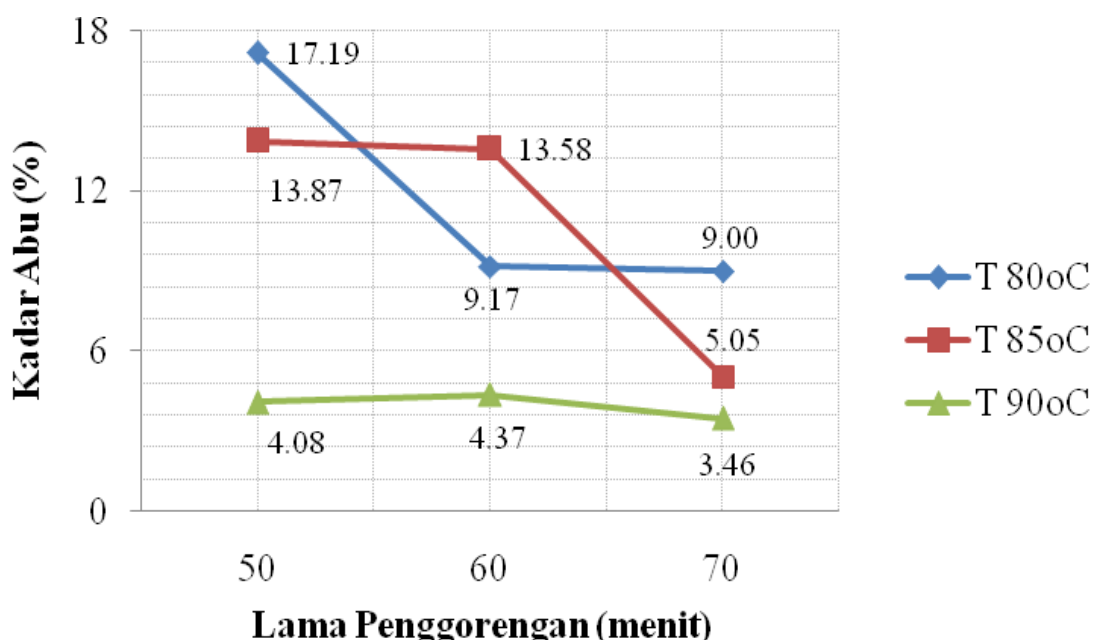
Gambar 1. Hubungan Suhu dan Lama Penggorengan terhadap Kadar Air Keripik Wortel

Hasil penelitian menunjukkan bahwa adanya hubungan antara perlakuan suhu dan lama penggorengan terhadap nilai kadar air keripik wortel dengan menggunakan mesin *vacuum frying*. Kadar air keripik wortel tertinggi terdapat pada perlakuan dengan suhu 85°C dan lama penggorengan 50 menit (A2B1) yaitu 19,60%. Sedangkan nilai kadar air terendah terdapat pada suhu 85°C selama 70 menit penggorengan (A2B3) yaitu 16,23%. Kadar air keripik wortel yang dihasilkan berbeda jauh dengan kadar air wortel dalam keadaan segar seperti yang dilaporkan oleh Setyawan *et al.*, (2013) yaitu 91,16%. Hal ini karena dalam proses penggorengan keripik wortel, wortel yang digoreng dengan mesin *vacuum frying* yang berisi minyak menerima panas, sehingga menyebabkan air dari bahan wortel segar tersebut akan menguap.

Kadar air keripik wortel yang rendah efektif membuat produk memiliki umur simpan yang lebih lama. Hal ini terjadi karena kadar air yang rendah dalam produk tidak memungkinkan mikroba dapat tumbuh dan berkembang sehingga kerusakan yang terjadi pada keripik wortel dapat ditunda. Menurut Arpah (2001) suhu merupakan faktor utama yang berpengaruh pada kadar air dari suatu bahan pangan, sedangkan kadar air akan mempengaruhi kerenyahan dari bahan pangan. Semakin tinggi kadar air suatu bahan pangan maka semakin rendah kerenyahan dan semakin tinggi nilai kekerasan dari pangan tersebut.

B. Kadar Abu

Penentuan kadar abu bertujuan untuk mengetahui banyaknya kandungan mineral yang terdapat dalam keripik wortel yang dihasilkan. Nilai kadar abu keripik wortel dengan perlakuan suhu dan lama penggorengan menggunakan *vacuum frying* terdapat pada Gambar 2.



Gambar 2. Hubungan Suhu dan Lama Penggorengan terhadap Kadar Abu Keripik Wortel

Kadar abu keripik wortel berkisar antara 3,46-17,19%. Hasil uji statistik menunjukkan bahwa interaksi perlakuan suhu dan lama penggorengan vakum berpengaruh sangat nyata ($p < 0.01$) terhadap kadar abu keripik wortel. Kadar abu keripik wortel tertinggi terdapat pada perlakuan dengan suhu 80°C dan lama penggorengan 50 menit (A1B1) yaitu 17,19%. Sedangkan nilai kadar abu terendah terdapat pada suhu 85°C selama 70 menit penggorengan (A2B3) yaitu 5,05%. Nilai kadar abu pada gambar 2 menunjukkan bahwa kadar abu keripik wortel pada perlakuan dengan suhu yang lebih rendah menghasilkan nilai kadar abu tinggi.

Penggorengan dengan menggunakan *vacuum frying* ternyata menurunkan kandungan abu pada produk keripik wortel segar yaitu 12,49% (Setyawan *et al.*, 2013). Hal ini dimungkinkan banyaknya komponen mineral (abu) yang larut dalam minyak selama proses penggorengan vakum. Menurut Debnath *et al.* (2003), *deep fat frying* biasanya melibatkan tiga pindah massa seperti (a) migrasi air dari bagian inti (*core*) bahan pangan ke bagian permukaan yang terbuang selama pemasakan; (b) absorpsi minyak ke dalam bahan pangan dan (c) *leaching* komponen bahan pangan yang bersifat mudah larut ke dalam minyak. Mineral (abu) adalah komponen yang mudah larut dalam air atau minyak, terutama minyak yang dipanaskan seperti dalam proses penggorengan vakum pada penelitian ini.

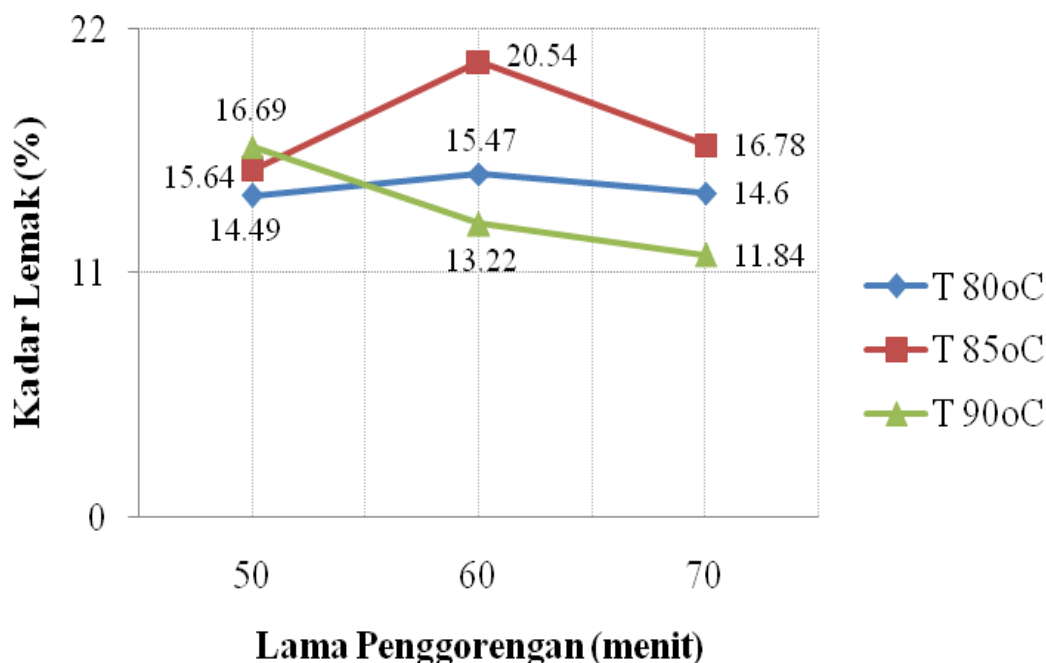
C. Kadar Lemak

Kadar lemak merupakan unsur mutu yang penting bagi produk yang melalui proses penggorengan seperti menggunakan mesin *vacuum frying*. Lemak atau minyak yang terlalu tinggi menyebabkan produk yang digoreng mudah tengik dan tidak dapat diterima oleh konsumen. Nilai kadar lemak keripik wortel dengan perlakuan suhu dan lama penggorengan menggunakan *vacuum frying* terdapat pada Gambar 3.

Hasil uji statistik (uji sidik ragam) menunjukkan bahwa interaksi perlakuan suhu dan lama penggorengan berpengaruh sangat nyata ($P < 0.01$) terhadap kadar lemak keripik wortel. Berdasarkan nilai rata-rata pada Gambar 3. Dapat dilihat bahwa kadar lemak keripik wortel pada perlakuan penggorengan dengan suhu yang lebih rendah dan waktu yang lebih lama menghasilkan kadar lemak yang lebih tinggi jauh meningkat dari bahan segarnya yang hanya sekitar 0,57% (Setyawan *et al.*, 2013). Kadar lemak wortel masih memenuhi persyaratan SNI mutu makanan ringan ekstrudat (SNI, 2000), yaitu maksimal 38%.

Kadar lemak keripik wortel menunjukkan nilai yang cukup tinggi. Kadar lemak yang cukup tinggi ini dapat dipahami sebagai akibat perlakuan penggorengan pada penggoreng vakum dengan

volume minyak goreng yang sangat banyak (kapasitas alat *vacuum frying* adalah 12 liter setiap kali proses dan waktu yang sangat intensif (waktu penggorengan berkisar 50-70 menit) dan suhu mencapai 90°C. Penggunaan suhu yang lebih tinggi menyebabkan terjadinya dehidrasi yang lebih banyak pada bahan yang digoreng. Uap air yang keluar dari bahan akan meninggalkan rongga-rongga kosong, yang dapat terisi oleh minyak penggoreng.



Gambar 3. Hubungan Suhu dan Lama Penggorengan terhadap Kadar Lemak Keripik Wortel

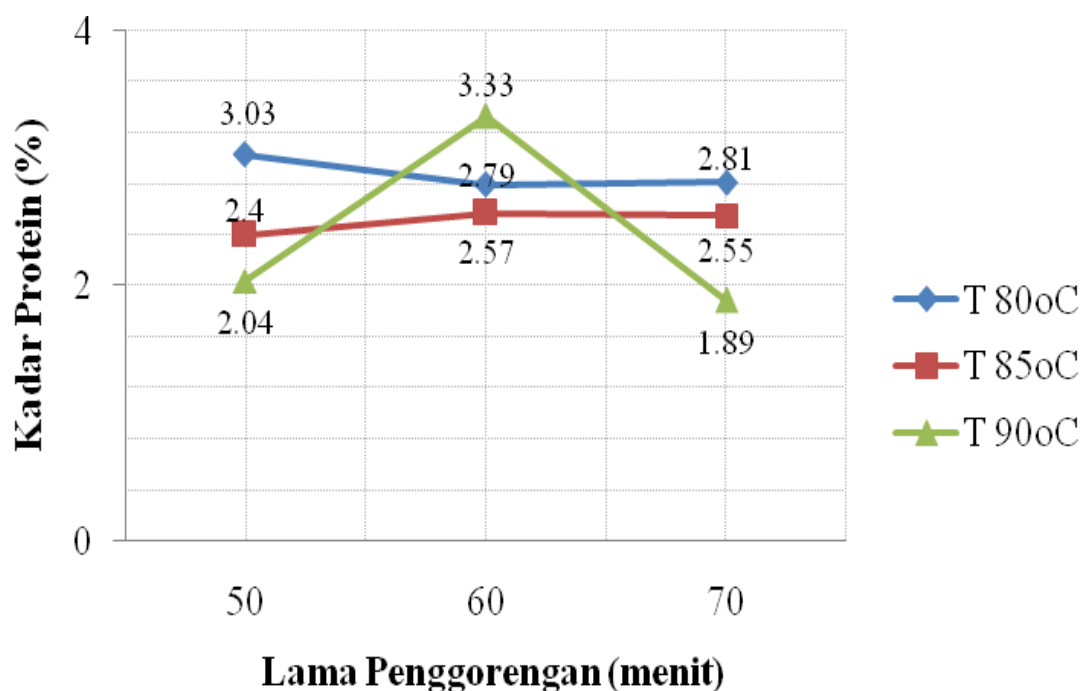
Pada penelitian Da Silva dan Moreira (2008), pengamatan visual pada keripik kentang dan keripik ubi jalar menunjukkan bahwa pada keripik kentang yang digoreng vakum, terdapat sejumlah kantung besar (yang terisi dengan minyak) pada permukaan produk dibandingkan dengan pada keripik kentang yang digoreng secara konvensional. Sebaliknya, pada keripik ubi jalar yang digoreng secara konvensional memiliki kantung minyak lebih banyak dibanding pada keripik ubi jalar yang digoreng secara vakum. Pada kasus penggorengan vakum komoditi non-karbohidrat seperti wortel dan yang lainnya, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk memahami komposisi dan struktur bahan baku terhadap absorpsi minyak selama proses penggorengan vakum. Sampai saat ini, mekanisme absorpsi minyak pada kondisi vakum belum dapat dijelaskan (Garayo *et al.*, 2002).

D. Kadar Protein

Nilai kadar protein keripik wortel dengan perlakuan suhu dan lama penggorengan menggunakan *vacuum frying* terdapat pada Gambar 4. Kadar protein keripik wortel berkisar antara 1,89-3,33% (Gambar 4). Hasil uji statistik menunjukkan bahwa interaksi perlakuan suhu dan waktu penggorengan vakum berpengaruh sangat nyata ($P < 0.01$) terhadap kadar protein keripik wortel. Semakin tinggi suhu penggorengan, semakin rendah kadar protein keripik wortel. Hal ini tampak jelas pada keripik wortel perlakuan. Pada penelitian ini, keripik wortel yang digoreng vakum pada suhu 90°C dan waktu yang lebih lama yaitu 70 menit (A3B3) mengandung protein lebih rendah yaitu 1,89% dibanding keripik wortel yang digoreng pada suhu 80°C selama 50 menit (A1B1) yaitu 3,33%. Hal ini diduga karena penggorengan pada suhu dan waktu yang lebih lama menyebabkan terjadinya kerusakan protein. Secara keseluruhan kadar protein dalam keripik wortel masih dapat diterima.

Menurut Winarno (2002), panas atau suhu tinggi, pH, bahan kimia, kejadian mekanik, dan sebagainya akan menyebabkan denaturasi pada struktur protein. Denaturasi adalah suatu perubahan atau modifikasi terhadap struktur sekunder, tersier, dan kuaterner molekul protein tanpa terjadinya pemecahan ikatan-ikatan kovalen. Dalam proses produksi pangan suhu juga berpengaruh terhadap

kecepatan kerusakan suatu bahan atau penurunan mutu. Walaupun suhu penggorengan vakum berpengaruh nyata terhadap kadar protein keripik wortel, tetapi kadar proteinnya masih berada pada kisaran 1,89-3,03%. Hal ini terjadi karena suhu goreng vakum yang digunakan masih cukup rendah yaitu 80-90°C.



Gambar 4. Hubungan Suhu dan Lama Penggorengan terhadap Kadar Protein Keripik Wortel

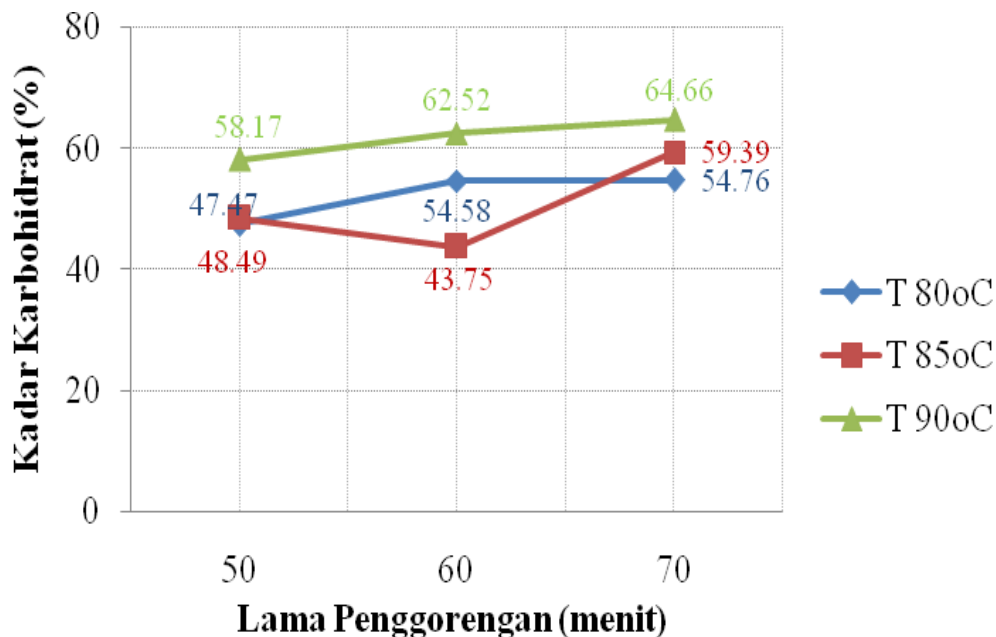
Menurut Xu and Kerr (2012), dalam *deep fat frying* pada penggorengan konvensional, seluruh bahan pangan atau hampir seluruhnya tercelup dalam minyak panas yang biasanya dilakukan pada suhu di atas 160°C. Umumnya temperatur penggorengan yang digunakan berkisar antara 163-196°C, tergantung pada jenis makanan yang digoreng. Dibawah suhu 163°C waktu yang diperlukan tidak efektif digunakan dalam skala komersial, namun suhu di atas 196°C akan mempercepat proses degradasi minyak goreng. Suhu yang terlalu tinggi akan menyebabkan produk masih mentah dibagian dalam, tetapi bagian luarnya mungkin sudah gosong. Hal inilah yang menyebabkan kadar protein masih relatif seragam pada semua perlakuan dalam penelitian ini, karena suhu penggorengan vakum yang digunakan masih relatif rendah (dibawah 100°C) sehingga protein yang mungkin terdapat dalam bahan masih cukup tinggi karena tidak mengalami denaturasi.

E. Kadar Karbohidrat

Pada penelitian ini kadar karbohidrat ditentukan dengan *by difference* yaitu dengan menjumlahkan kadar protein, lemak, abu, air lalu dikurangkan dengan 100%. Nilai kadar karbohidrat (*by difference*) keripik wortel dengan perlakuan suhu dan lama penggorengan menggunakan *vacuum frying* terdapat pada Gambar 5. Hasil penelitian menunjukkan bahwa adanya hubungan antara perlakuan suhu dan lama penggorengan terhadap nilai kadar karbohidrat keripik wortel dengan menggunakan mesin *vacuum frying*. Kadar karbohidrat keripik wortel tertinggi terdapat pada perlakuan dengan suhu 90°C dan lama penggorengan 70 menit (A3B3) yaitu 64,66%. Sedangkan nilai kadar karbohidrat terendah terdapat pada suhu 85°C selama 60 menit penggorengan (A2B2) yaitu 43,75%.

Karbohidrat merupakan sumber kalori utama dan beberapa golongan karbohidrat menghasilkan serat yang berguna bagi pencernaan, serta mempunyai peranan penting dalam menentukan karakteristik bahan makanan misalnya rasa, warna, tekstur dan lain - lain. Karbohidrat selain berperan sebagai sumber energi utama juga berperan mencegah pemecahan protein tubuh secara berlebihan, kehilangan mineral dan membantu dalam metabolisme lemak dan mineral (Winarno, 2004). Karbohidrat banyak

terdapat dalam bahan pangan nabati, baik berupa gula sederhana, heksosa, pentosa maupun karbohidrat dengan molekul yang tinggi seperti pati, pektin, selulosa, dan lignin.



Gambar 5. Hubungan Suhu dan Lama Penggorengan terhadap Kadar Karbohidrat Keripik Wortel

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbedaan suhu dan waktu penggorengan vakum memberikan pengaruh terhadap kadar proksimat keripik wortel. Hasil penelitian menunjukkan kadar air tertinggi pada perlakuan A2B1 yaitu 19,60% dan terendah pada A2B3 yaitu 16,23%, kadar protein tertinggi pada perlakuan A3B2 yaitu 3,33% dan terendah pada perlakuan A3B3 yaitu 1,89%, kadar lemak tertinggi pada perlakuan A2B2 yaitu 20,54% dan terendah pada A3B3 yaitu 11,84%, kadar abu tertinggi pada perlakuan A1B1 yaitu 17,19% dan terendah pada A3B3 yaitu 3,46%, kadar karbohidrat tertinggi pada perlakuan A3B3 yaitu 64,66% dan terendah pada A2B2 yaitu 43,75%. Berdasarkan nilai kadar air, kadar abu, kadar lemak, kadar protein dan kadar karbohidrat suhu dan lama penggorengan terbaik keripik wortel menggunakan mesin *vacuum frying* adalah perlakuan A3B3 yaitu suhu 90°C dan lama penggorengan 70 menit.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih diucapkan kepada Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Andalas, Padang yang telah membantu pendanaan penelitian ini melalui skim DIPA-Fateta tahun 2015.

DAFTAR PUSTAKA

- AOAC, 2005. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists. Benjamin Franklin Station, Washington.
- Arpah. 2001. Penentuan kedaluwarsa produk pangan. Program Studi Ilmu Pangan, Institut Pertanian Bogor.
- Badan Standardisasi Nasional. 2000. Standar mutu makanan ringan ekstrudat. SNI 01-2886-2000.
- Da Silva, Paulo, Moreira RG. 2008. Vacuum frying of high quality fruit and vegetable-based snacks. *LWT-Food Science and Technology*. 41: 1758-1767.

- Debnath S, Bhat KK, Rastogi NK. 2003. Effect of pre-drying on kinetics of moisture loss and oil uptake during deep fat frying of chickpea flour-based snack food. *J. of Lebensm-Wiss U-Technology*. 36: 91-98.
- Garayo J, Moreira RG. 2002. Vacuum frying of potato chips. *J. of Food Processing Engineering*. 55 (2): 181-191.
- Iswari, K. 2007. Kajian pengolahan bubuk instant wortel dengan metode *foam mat drying*. *Buletin Teknologi Pasca Panen*. 3: 37-41.
- Lastriyanto A. 1997. Penggorengan Buah secara Vakum (*Vacuum frying*) dengan Menerapkan Pemvakuman *Water Jet*. Temu Ilmiah serta Ekspos Alat dan Mesin Pertanian Cisarua-Bogor.
- Kumalaningsih, S. 2005. Antioksidan Alami. PT. Gramedia Utama, Jakarta.
- Setyawan, N dan Widaningrum. 2013. Pengaruh suhu penggorengan vakum dan cara pembumbuan terhadap karakteristik keripik wortel. *J. Pascapanen*. 10(2): 106-115
- Shyu, S., HauL., Hwang, LS. 1998. Effect of vacuum frying on the oxidative stability of oils. *Journal of the American Oil Chemists Society*. 75: 1393-1398.
- Shirsat SG, Thomas P. 1998. Effect of irradiation and cooking method on ascorbic acid levels of four potato ucltivar. *J. of Food Science and Technology – Mysore*. 35(6): 509-514.
- Sulistyowati, A. 2009. Membuat keripik buah dan sayur. Cetakan I. Puspa Swara. Jakarta.
- Winarno, FG. 2004. Kimia Pangan dan Gizi. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Xu Suxuan., Kerr WL. 2012. Comparative study of physical and sensory properties of corn chips made by continuous vacuum frying and deep fat frying. *LWT-Food Science and Technology*. 48:96-101.