



PENENTUAN MASA KADALUARSA PRODUK BUBUR BEKATUL INSTAN DENGAN METODE ACCELERATED SHELF LIFE TEST (ASLT) BERDASARKAN PENDEKATAN ARRHENIUS

DETERMINATION OF THE EXPIRATION DATE OF INSTANT BRAN PORRIDGE PRODUCT BY ACCELERATED SHELF LIFE TEST (ASLT) METHOD BASED ON ARRHENIUS APPROACH

Noor Mansurya Utami

Program Studi Ilmu Gizi, Universitas Hasanuddin Makassar

Publish Artikel:

Cetak:

Online:

ABSTRAK

Pendahuluan: : Salah satu produk olahan Bekatul adalah Bubur Bekatul Instan. Secara alamiah suatu produk pangan akan mengalami penurunan mutu seiring dengan bertambahnya waktu sehingga akan ada batas waktu akhir dimana suatu produk menjadi tidak dapat diterima (masa kadaluwarsa).

Tujuan: Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui masa kadaluwarsa dengan metode *Accelerated Shelf Life Test* (ASLT) berdasarkan pendekatan Arrhenius pada produk bubur bekatul instan.

Metode: Jenis penelitian adalah penelitian eksperimental dengan desain *post test only control design*. Penelitian ini, ada dua formula produk bubur bekatul instan. Formula I terbuat dari bekatul saja, Formula II terbuat dari bekatul ditambahkan tepung maizena, bubuk kayu manis, dan susu bubuk rendah lemak. Kedua formula ini disimpan pada suhu 25°C, 35°C, dan 45°C selama 14 hari untuk perhitungan kadar FFA. Untuk kadar air dan total mikroba kedua formula ini disimpan pada suhu 25°C dan 35°C selama 14 hari. Penelitian dilakukan pada dua tahap yaitu pembuatan formula bubur bekatul instan dan analisis kadar air, total mikroba, dan kadar FFA pada tiap formula produk bubur bekatul instan. Analisis data dilakukan dengan metode regresi linear mengikuti model Arrhenius.

Hasil: : Suhu ruang masa simpan Formula I selama 316 hari dan Formula II selama 327 hari.

Kata Kunci: Arrhenius, Bekatul, Masa Kadaluwarsa, metode ASLT



ABSTRACT

Introduction: One of the bran processed product is instant rice bran porridge. Naturally, a food product will face the quality reduction in line with the increase of time so there will be a final time limit in which a product become expired (called expire term).

Aims: This research aims to understand the expire terms on the instant rice bran porridge by using Accelerated Shelf Life Test (ASLT) methods based on Arrhenius approach.

Methods: : The type of research is experiment research with post test only control design. In this research, there are two instant rice bran Formulas. Formula I is made from the bran only, Formula II from the Bran added corn flour, cinnamon powder, and low fat milk powder. This formulas are stored on the temperature of 25°C, 35°C and 45°C for 14 days. This Research is conducted in two phases, namely in making of instant rice bran porridge formula and analysis of water content, microbe total and FFA levels on every formula of instant rice bran porridge. The analysis data was done by the method of linear regression follows the Arrhenius model.

Result: : showed that in the room temperature, Formula I saved for 316 days and Formula II for 327 days

Conclusion: Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Morbi sodales vehicula odio quis lobortis. Aenean lacinia pulvinar hendrerit. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Morbi sodales vehicula odio quis lobortis. Aenean lacinia pulvinar hendrerit

Keywords: : Arrhenius, Bran, Expired Time, ASLT method

1. PENDAHULUAN

Salah satu bahan makanan yang memiliki kandungan serat tinggi adalah bekatul. Kandungan serat pada setiap 100 gram bekatul sebesar 7-11 gram. Kandungan serat yang tinggi dalam bekatul memiliki peluang untuk dimanfaatkan sebagai produk yang mengandung serat^[1]. Dari segi gizi, bekatul merupakan bagian yang menghasilkan energi, kaya akan serat, serta mengandung protein tertinggi, bahkan mengandung asam amino lisin yang lebih tinggi dibandingkan beras. Komponen bioaktif ini bersifat sebagai antioksidan dan memberikan manfaat bagi kesehatan manusia. Serat pangan dan senyawa antioksidan dalam bekatul berguna antara lain sebagai zat hipokolesterolemik atau dapat menurunkan kadar kolesterol darah, mencegah terjadinya kanker, dan memperlancar sekresi hormonal^[2].

Bekatul dapat diolah lebih lanjut menjadi tepung bekatul. Tepung bekatul dapat digunakan sebagai bahan substitusi tepung terigu dalam pembuatan roti, cookies, dan *breakfast* sereal. Tepung bekatul juga dapat dijadikan minuman kesehatan yang mampu menurunkan kolesterol darah^[3].

Bubur instan merupakan bubur yang telah mengalami proses pengolahan lebih lanjut sehingga dalam penyajiannya tidak diperlukan proses pemasakan. Penyajian bubur instan dapat dilakukan

hanya dengan menambahkan air panas ataupun susu, sesuai dengan selera^[4]. Pengolahan pangan pada industri komersial umumnya bertujuan memperpanjang masa simpan, mengubah atau meningkatkan karakteristik produk (warna, cita rasa, tekstur), mempermudah penanganan dan distribusi, memberikan lebih banyak pilihan dan ragam produk pangan di pasaran, meningkatkan nilai ekonomis bahan baku, serta mempertahankan atau meningkatkan mutu, terutama mutu gizi, daya cerna, dan ketersediaan gizi. Kriteria atau komponen mutu yang penting pada komoditas pangan adalah keamanan, kesehatan, rasa, tekstur, warna, umur simpan, kemudahan, kehalalan, dan harga^[5].

Pada saat baru diproduksi, produk dianggap dalam keadaan 100%, dan akan menurun sejalan dengan lamanya penyimpanan atau distribusi. Selama penyimpanan dan distribusi, produk pangan akan mengalami kehilangan bobot, nilai pangan, mutu, nilai uang, daya tumbuh, dan kepercayaan^[6]. Informasi umur simpan merupakan salah satu informasi yang wajib dicantumkan produsen pada kemasan produk pangan. Pencantuman informasi umur simpan menjadi sangat penting karena terkait dengan keamanan produk pangan tersebut serta menghindari konsumsi pada saat kondisi produk sudah tidak layak dikonsumsi. Kewajiban produsen



untuk mencantumkan informasi umur simpan ini telah diatur pemerintah dalam UU Pangan No. 18 tahun 2012 serta PP Nomor 69 tahun 1999 tentang Label dan Iklan Pangan, dimana setiap industri pangan wajib mencantumkan tanggal kadaluarsa (umur simpan) pada setiap kemasan produk pangan^[7].

Floros menyatakan bahwa umur simpan produk dapat diduga melalui dua metode yaitu *Extended Storages Studies* (ESS) dan *Accelerated Storage Studies* (ASS). ESS sering disebut sebagai metode konvensional yaitu penentuan masa kadaluarsa dengan menyimpan suatu produk pada kondisi normal. Penentuan umur simpan produk dengan metode ASS atau sering disebut dengan ASLT dilakukan dengan menggunakan parameter kondisi lingkungan yang dapat mempercepat proses penurunan mutu (*usable quality*) produk pangan^[8]. Labuza menyatakan bahwa penilaian umur simpan dapat dilakukan pada kondisi dipercepat (*accelerated shelf life test*) yang mampu memprediksi umur simpan produk. Metode ini dilakukan dengan mengkondisikan bahan pangan pada suhu dan kelembaban relatif tinggi. Penentuan umur simpan metode Arrhenius termasuk ke dalam metode akselerasi^[9]. Pada metode ASLT, suhu merupakan parameter kunci penentu kerusakan karena semakin meningkatnya suhu maka reaksi kerusakan akan semakin cepat. Suhu yang digunakan dalam penelitian ini adalah 25°C, 35°C, dan 45°C. Parameter utama yang digunakan adalah parameter yang dianggap paling mempengaruhi kemunduran mutu produk, yaitu kadar air, total mikroba, dan kadar *free fatty acid* (FFA). Kadar FFA dipilih sebagai parameter untuk menentukan masa kadaluarsa produk bubur bekatul instan. Nilai Kadar FFA produk kemudian diplotkan pada model Arrhenius sehingga diperoleh $\ln k = \ln k_0 (E/R)(1/T)$. Dari persamaan ini akan diperoleh nilai masing-masing energi aktivasi (E_a). Selanjutnya penentuan umur simpan dihitung dengan kinetika reaksi berdasarkan orde reaksi^[10]. Demi menjamin keamanan mengonsumsi produk bubur bekatul instan maka perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui masa kadaluarsa dari produk bubur bekatul instan.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Tempat penelitian dilakukan di Laboratorium Kuliner Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin untuk pembuatan sampel produk bubur bekatul instan, Laboratorium Kimia Biofisik Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin, Laboratorium Kimia Makanan Ternak Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin dan Laboratorium Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin untuk analisis masa kadaluarsa.

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian *experimental* dengan desain *post test only control design*. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan analisa laboratorium, menggunakan tiga perlakuan masing-masing formulasi. Penelitian dilakukan pada dua tahap yaitu dilakukan pembuatan dua formula produk bubur bekatul instan berdasarkan hasil *trial and error* dan analisis total mikroba dan kadar air pada suhu penyimpanan 25°C dan 35°C dan analisis kadar *Free Fatty Acid* (FFA). Variabel dalam penelitian ini adalah kedua formula produk bubur bekatul instan sebagai variabel dependen dan kadar air, total mikroba serta kadar FFA sebagai variabel independen.

Populasi dalam penelitian ini adalah produk bubur bekatul instan. Sampel dalam penelitian ini adalah kedua formula produk bubur bekatul instan. Sampel ditarik berdasarkan formulasi produk bubur bekatul instan dari penggilingan padi yang ditarik menggunakan teknik *random sampling*. Formula yang dimaksud adalah Formula I dengan bahan baku bekatul saja. Formula II dengan bahan baku bekatul ditambahkan susu bubuk rendah lemak. Pada pembuatan bubur bekatul instan ini, bahan-bahan yang digunakan adalah bekatul, tepung maizena, kayu manis, dan susu bubuk rendah lemak dengan dua formula. Formula I sebagai kontrol yaitu 30 gr bekatul tanpa tambahan atau bekatul original Formula II yaitu 10 gr bekatul yang ditambahkan 5 gr tepung maizena, 5 gr kayu manis, dan 10 gr susu bubuk rendah lemak.

Penentuan masa simpan menggunakan metode ASLT (*Accelerated Shelf Life Test*) dengan model Arrhenius. Data energi aktivasi,



tetapan laju pembentukan % FFA dan masa kadaluarsa ditentukan dengan metode regresi linear mengikuti model Arrhenius dan dianalisis menggunakan analisis deskriptif.

3. HASIL

Hasil pengamatan kadar air dan total mikroba dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 1. Persen Kadar Air dan Total Mikroba Berbagai Formula

Sampel	Hari Ke-	%Kadar Air		Total Mikroba	
		25°C	35°C	25°C	35°C
F1	0	4,34	2,37	$1,83 \times 10^4$	$1,205 \times 10^4$
	14	6,51	5,96	$3,5450 \times 10^4$	$4,035 \times 10^4$
F2	0	0,52	2,75	$2,5 \times 10^2$	$3,1 \times 10^3$
	14	5,13	5,93	$5,5 \times 10^2$	$3,6 \times 10^3$

Hasil perhitungan kadar FFA untuk menentukan masa kadaluarsa Formula I dan Formula II pada suhu penyimpanan

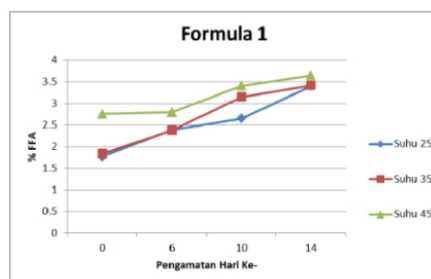
suhu 25°C, suhu 35°C, dan suhu 45°C dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 2. Kadar *Free Fatty Acid* (FFA) Berbagai Formula

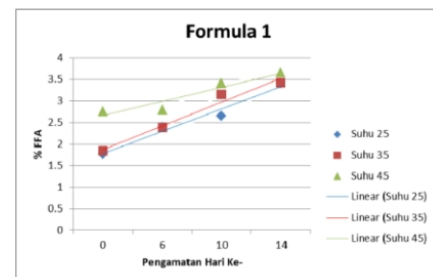
Sampel	Hari Ke-	Rata-Rata % Kadar FFA		
		Suhu 25	Suhu 35	Suhu 45
Formula 1	0	1.77	1.84	2.76
	6	2.39	2.38	2.80
	10	2.65	3.15	3.41
	14	3.41	3.42	3.65
Formula 2	0	1.59	1.46	1.78
	6	1.89	1.81	2.10
	10	1.92	2.19	2.15
	14	2.18	2.33	2.18

Hasil perhitungan masa kadaluarsa FFA dapat dilihat di bawah ini

1. Formula 1



Gambar 1. Grafik Hubungan antara Waktu Penyimpanan (hari) dengan Kadar FFA (%) Produk Bubur Bekatul Instan Formula I



Gambar 2. Regresi Linier Penambahan Kadar FFA Produk Bubur Bekatul Instan yang Disimpan pada Suhu 25°C, 35°C, 45°C Formula I

Persamaan garis lurus masing-masing suhu penyimpanan formula I dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

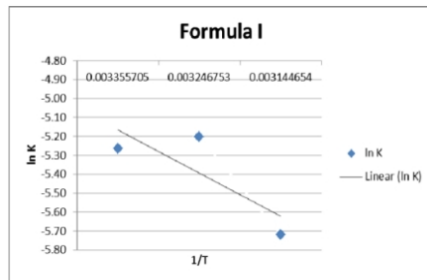


Tabel 3. Persamaan Garis Lurus Masing-Masing Suhu Penyimpanan Formula I

Suhu (°C)	Regresi Linear	R ²
25	y = 0.00518x + 1.26	0.9697
35	y = 0.00551x + 1.32	0.9713
45	y = 0.00328x + 2.335	0.9085

Tabel 4. Parameter Arrhenius Perubahan Kadar FFA Formula I

T (°C)	T (K)	1/T	K	ln K
25	298	0.003356	0.00518	-5.2630
35	308	0.003247	0.00551	-5.2012
45	318	0.003145	0.00328	-5.7199



Gambar 3. Regresi Linier Hubungan antara ln K dan 1/T Produk Bubur Bekatul Instan Formula I yang Disimpan pada Suhu 25°C, 35°C, 45°C

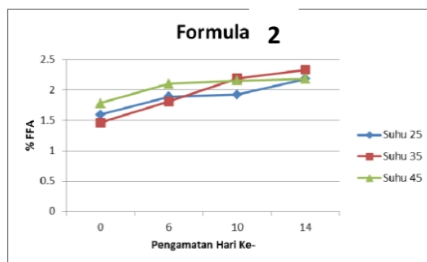
Perhitungan Masa Kadaluarsa Formula I

Suhu 25°C	Suhu 35°C	Suhu 45°C
$t = \frac{3,41-1,77}{0,00158} = 316 \text{ hari}$	$t = \frac{3,42-1,84}{0,00551} = 286 \text{ hari}$	$t = \frac{3,65-2,76}{0,00328} = 271 \text{ hari}$

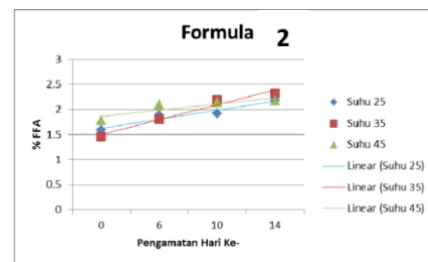
Tabel 5. Perkiraan Masa Kadaluarsa Produk Bubur Bekatul Instan Formula I yang disimpan pada suhu 25°C, 35°C, dan 45°C

Suhu (°C)	Masa Kadaluarsa (Hari)
25	316
35	286
45	271

2. Formula 2



Gambar 4. Grafik Hubungan antara Waktu Penyimpanan (hari) dengan Kadar FFA (%) Produk Bubur Bekatul Instan Formula 2



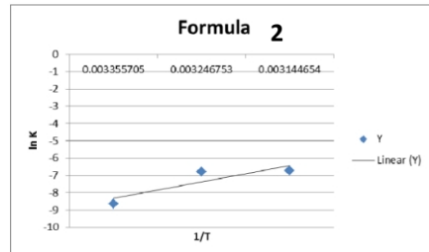
Gambar 5. Regresi linier penambahan kadar FFA produk bubur bekatul instan yang disimpan pada suhu 25°C, 35°C, 45°C Formula 2

Tabel 6. Persamaan Garis Lurus Masing-Masing Suhu Penyimpanan Formula 2

Suhu (°C)	Regresi Linear	R ²
25	y = 0.00018x + 1.445	0.9262
35	y = 0.00299x + 1.2	0.9682
45	y = 0.00125x + 1.74	0.7639

Tabel 7. Parameter Arrhenius Perubahan Kadar FFA Formula 2

T (°C)	T (K)	1/T	K	ln K
25	298	0.003356	0.0018	-8.62255
35	308	0.003247	0.00299	-6.77673
45	318	0.003145	0.00125	-6.72543



Gambar 6. Regresi Linier Hubungan antara ln K dan 1/T Produk Bubur Bekatul Instan Formula 2 yang

Disimpan pada Suhu 25°C, 35°C, 45°C

Perhitungan Masa Kadaluarsa Formula I

Suhu 25°C Suhu 35°C Suhu 45°C

$$t = \frac{2,18 - 1,59}{0,0018} = 327 \text{ hari} \quad t = \frac{2,33 - 1,46}{0,00299} = 290 \text{ hari} \quad t = \frac{2,18 - 1,78}{0,00125} = 320 \text{ hari}$$

Tabel 8. Perkiraan Masa Kadaluarsa Produk Bubur Bekatul Instan Formula 2 yang disimpan pada suhu 25°C, 35°C, dan 45°C

Suhu (°C)	Masa Kadaluarsa (Hari)
25	327
35	290
45	320

4. PEMBAHASAN

Formulasi produk dilakukan secara *trial and error* untuk menentukan formulasi yang secara organoleptik disukai oleh konsumen. Resep pembuatan bubur bekatul instan didasarkan pada modifikasi dari berbagai sumber penelitian dan jurnal. Formulasi Bubur Bekatul Instan yaitu setelah mendapatkan bekatul yang masih segar dari penggilingan, bekatul kemudian disangrai di atas api kecil sampai matang (± 30 menit). Menurut Widowati, salah satu cara untuk meningkatkan ketahanan simpan bekatul yang sudah dilakukan sejak zaman dahulu adalah dengan teknik penyangraian. Cara ini sangat mudah, yaitu bekatul ditempatkan pada penggorengan, lalu dipanaskan langsung (tanpa minyak goreng), sambil diaduk sekitar 10 menit kemudian diayak halus. Kelemahan cara ini adalah bekatul menjadi berwarna coklat tua dan kadang-kadang terasa hangus. Setelah itu, diayak dengan ayakan 60 mesh agar didapatkan tekstur yang halus kemudian dicampurkan dengan bahan-bahan sesuai dengan formula yang telah ditentukan dengan cara diblender

kemudian dipanaskan di oven selama 15 menit dengan suhu 125°C^[11]. Proses pembuatan bubur ini dilakukan beberapa kali pemanasan agar didapatkan bekatul yang terstabilisasi. Stabilisasi bekatul merupakan salah satu usaha pencegahan agar kandungan lemak pada bekatul tidak mengalami ketengikan.

Faktor yang mempengaruhi umur simpan bahan pangan yang dikemas adalah keadaan alamiah atau sifat makanan dan mekanisme berlangsungnya perubahan, misalnya kepekaan terhadap air dan oksigen dan kemungkinan terjadinya perubahan kimia internal dan fisik, ukuran kemasan dalam hubungannya dengan volume, kondisi atmosfer, terutama suhu dan kelembaban dimana kemasan dapat bertahan selama transit dan sebelum digunakan, serta kemasan keseluruhan terhadap keluar masuknya air, gas, dan bau termasuk perekatan, penutupan, dan bagian-bagian yang terlipat.

Hasil laboratorium untuk analisa kadar air, terjadi peningkatan kadar air semua Formula dari hari ke-0 sampai hari ke-14. Hasil penelitian Wijaya menunjukkan



semakin tinggi suhu penyimpanan, maka tingkat kenaikan kadar air produk juga akan semakin tinggi. Naiknya kadar air dapat disebabkan adanya permeabilitas bahan kemasan produk terhadap uap air, sifat bahan-bahan yang terdapat pada produk bubur bekatul instan yang higroskopis sehingga cenderung mengabsorpsi uap air dari udara, dan tingkat kelembaban udara lingkungan terhadap produk^[12].

Total mikroba yang terdapat pada tiap formula mengalami peningkatan selama masa penyimpanan. Penelitian Wijaya menunjukkan peningkatan jumlah mikroorganisme yang tumbuh selama masa penyimpanan dapat diakibatkan karena adanya kenaikan kadar air pada produk. Kenaikan kadar air akan meningkatkan nilai aw produk. Nilai aw yang cocok, mikroorganisme dapat tumbuh dan berkembang biak. Peningkatan jumlah mikroba pada produk tiap formula berbeda-beda selama masa penyimpanan^[12]. Peningkatan jumlah terbesar terjadi pada produk bubur bekatul instan yang disimpan pada suhu 35°C, sedangkan peningkatan jumlah mikroba terkecil terjadi pada produk bubur bekatul instan yang disimpan pada suhu 25°C.

Hasil penelitian menunjukkan terjadi peningkatan kadar FFA selama penyimpanan. Sesuai berbagai suhu dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Hadepernata bahwa ketengikan hidrolisis merupakan akibat reaksi antara bahan dengan air. Pada penyimpanan terlalu lama dimana terjadi kenaikan kandungan air biasanya terjadi ketengikan hidrolisis, akan tetapi ketengikan ini tidak selamanya terjadi bersamaan dengan ketengikan yang lain. Hidrolisis yang diakibatkan oleh reaksi antara lipase dan minyak di dalam dedak padi menghasilkan asam lemak bebas. Kadar asam lemak bebas semakin meningkat seiring dengan bertambahnya waktu penyimpanan yaitu sebelum penyimpanan 16.5 % dan setelah dua bulan penyimpanan 80.7%. Sedangkan ketengikan oksidatif merupakan reaksi *autocatalytic* dimana laju reaksi meningkat sejalan dengan meningkatnya waktu penyimpanan. Hal ini disebabkan karena adanya hasil oksidasi awal yang dapat mempercepat reaksi oksidasi

selanjutnya, dan reaksi ini dikenal sebagai reaksi berantai^[13].

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan bahwa penyimpanan kedua formula yang paling lama masa kadaluarsanya berdasarkan suhu penyimpanan adalah pada suhu 25°C yakni rata-rata 311 hari. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Purnomo, dkk mengenai masa simpan bekatul terstabilisasi bahwa masa simpan bekatul sampai 394,54 hari pada suhu penyimpanan $\pm 25^{\circ}\text{C}$ ^[14].

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan masa kadaluarsa produk bubur bekatul instan, disimpulkan masa simpan paling lama kedua produk bubur bekatul instan pada penyimpanan suhu 25°C masa simpan Formula I selama 316 hari dan Formula II selama 327 hari.

DAFTAR PUSTAKA

1. Jubaidah, U. Variasi Penambahan Bekatul pada Es Krim Dilihat dari Kadar Serat, Sifat Organoleptik dan Daya Terima. Karya Tulis Ilmiah. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta Fakultas Ilmu Kesehatan, 2008
2. Kahlon, T. S, A. A. Bethsart, C. Chiu, dan Saunders. *Effect of Rice Bran and Cholesterol in Hamster*. Champagne, E. T. (Ed). *Rice Chemistry and Technology 3th edition*. St. Paul: American Association of Cereal Chemists. Inc, 1994
3. Swastika, D.N. Stabilisasi Tepung Bekatul melalui Metode Pengukuran Dan Pengeringan Rak serta Pendugaan Umur Simpannya. Skripsi. Bogor: Departemen Teknologi Industri Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Institut Bogor, 2009 Pertanian
4. Fellow, P.J., dan Ellis. *Food Processing Technology Principles and Practice*. London: Ellis Horwood, 1992
5. Andarwulan, N. dan P. Hariyadi. Perubahan Mutu (fisik, kimia, mikrobiologi) Produk Pangan Selama Pengolahan dan Penyimpanan Produk Pangan. Pelatihan Pendugaan Waktu



- Kedaluwarsa (*Self Life*), Bogor, 1-2 Desember 2004. Pusat Studi Pangan dan Gizi. Institut Pertanian Bogor, 2004
6. Rahayu, W.P., H. Nababan, S. Budijanto, dan D. Syah. Pengemasan, Penyimpanan dan Pelabelan, Jakarta: Badan Pengawasan Makanan, 2003. Obat dan
 7. Target Produksi Beras 2010 66,8 Juta Ton. <http://solopos.co.id>. 2010.<10 Januari 2014>
 8. Floros, J.D. and V. Gnanasekharan. Shelf Life Prediction of Packaged Foods: Chemical, Biological, Physical, and Nutritional Aspects, G. Chlaralambous (Ed.). London: Elsevier Publ, 1993
 9. Labuza, T. P. *Open Shelf Life Dating of Foods*. *Food Science and Nutrition Westport: Press, Inc*, 1982
 10. Syarif, R. dan Halid. Teknologi Penyimpanan Pangan. Pusat Studi Antar Universitas IPB, Bogor, 1993.
 11. Widowati S, Azizah L, Sukarno, Damardjati D. Produksi Fitase dari *Bacillus coagulans* E.1.4.4. dan Aplikasinya untuk Memperbaiki Gizi Bekatul. Bull Agribio. 4:1 (2000):16-21
 12. Wijaya, Christamam Herry. Pendugaan Umur Simpan Produk Kopi Instan Formula Merk-Z Dengan Metode Arrhenius. Skripsi. Bogor:Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor, 2007
 13. Hadipernata, M, W. Supartono, M. A. F. Falah. Proses Stabilisasi Dedak Padi (*Oryza sativa* L) Menggunakan Radiasi Far Infra Red (Fir) Sebagai Bahan Baku Minyak Pangan. Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan. 1:4(2012).
 14. Purnomo, Liem Oktaviani Putri, A. Ign Kristijanto, Yohanes Martono. Identifikasi Asam Lemak dan Penentuan Masa Simpan Bekatul Ditinjau dari Pengaruh Gelombang Mikro. Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan dan Penerapan MIPA, Fakultas MIPA Universitas Negeri Yogyakarta. 18 Mei 2013. K-5

