

STABILISASI BEKATUL DALAM UPAYA PEMANFAATANNYA SEBAGAI PANGAN FUNGSIONAL

Ni Made Ayuk Puspita Dewi

ayu_dkill45@yahoo.com

Mahasiswa Jurusan Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Udayana

I Ketut Suter

Staf Pengajar Jurusan Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Udayana

I Wayan Rai Widarta

Staf Pengajar Jurusan Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Udayana

ABSTRACT

Rice bran has a high fat content so prone to rancidity. Therefore, it is necessary to inactivate lipase stabilization process which is the cause of rancidity. Factors affecting the rice bran stabilization is temperature and time. Appropriate stabilization method can minimize the damage as well as bioactive components of rice bran lipase inactivate simultaneously. Bran stabilization at low temperature (100 ° C) within a longer time (15 min) was able to inactivate lipase contained in the bran and maintain the composition of bioactive components and antioxidant activity of rice bran.

Key word : stabilization of rice bran, bioactive compounds, functional food

PENDAHULUAN

Bekatul (*rice bran*) adalah hasil samping dari pengolahan padi yang umumnya digunakan untuk makanan ternak. Penggilingan padi menghasilkan rendemen berupa sekam 20 %, 8% bekatul, lembaga 2%, dan beras sosoh 70 % (Orthoefer, 2001). Pada umumnya bekatul di Bali dimanfaatkan sebagai pakan ternak dan jarang digunakan sebagai produk makanan, padahal nilai gizi dan potensinya layak untuk digunakan sebagai pangan fungsional. Kabupaten Tabanan yang di kenal sebagai “lumbung beras”

di Bali, memiliki luas sawah 22.435 hektar dari total 81.744 hektar sawah di Bali. Produksi padi di Kabupaten Tabanan pada tahun 2011 adalah 210.762 ton (BPS, 2011).

Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa bekatul memiliki kualitas atau nutrisi yang baik seperti lemak, protein, serat, vitamin, mineral dan komponen bioaktif (antioksidan). Komponen kimia bekatul terdiri dari protein 11,8 – 13,0%, lemak 10,1 – 12,4%, abu 5,2 – 7,3%, karbohidrat 51,1 – 55,0%, serat kasar 2,3 – 3,2% dan lain – lain (Luh, 1980). Selain itu, fraksi minyak bekatul (*rice bran oil*) mempunyai manfaat yang sangat baik bagi kesehatan, diantaranya : antioksidan (Rana *et al.* 2004), penurunan kolesterol dalam darah (Kahlon *et al.*, 1996), hiperlipidaemia (Kuriyan *et al.*, 2005), penurunan LDL (*low density lipoprotein*) tanpa penurunan HDL (*high density lipoprotein*) (Anon., 2004), pencegahan penyakit kardiovaskular, kanker, serta menghambat waktu menopause (Anon., 2007). Tazakori *et al.* (2007) mengatakan bahwa selain mampu menurunkan lipida darah dan meningkatkan HDL, bekatul juga dapat menurunkan tingkat glukosa darah pada pasien diabetes tipe II. Oleh karena itu, baik bekatul maupun minyak bekatul dapat dimanfaatkan sebagai suplemen pangan untuk meningkatkan kualitas kesehatan manusia.

Devi dan Arumugan (2006) menemukan adanya kandungan senyawa fenolik pada fraksi non lemak bekatul (*defatted rice bran*) yang diekstrak dengan metanol. Hodzic *et al.* (2009) mengatakan bahwa pada sereal, senyawa fenolik terutama terdapat pada bagian perikarp. Senyawa fenolik memiliki sifat-sifat biologis seperti : antioksidan, antiapoptosis, anti penuaan, antikarsinogen, antiinflamasi, antiatherosclerosis, proteksi kardiovaskuler, perbaikan fungsi endotelium, menghambat angiogenesis dan aktivitas proliferasi sel.

Kandungan lemak yang relatif tinggi menyebabkan bekatul mudah rusak, kurang tahan lama, cepat berbau dan menjadi tengik. Bekatul yang kaya akan zat gizi mudah mengalami kerusakan, karena semakin tinggi kandungan zat gizi suatu bahan pangan, maka akan semakin mudah mengalami kerusakan akibat mikroba maupun enzimatik (Buckle *et al.*, 1987). Menurut Juliano (1985) dalam Janathan (2007) ketidakstabilan pada bekatul terjadi akibat lipase yang menghidrolisis lemak menjadi asam lemak dan gliserol. Asam lemak bebas dioksidasi oleh enzim lipoksigenase menjadi bentuk peroksida, keton dan aldehid, sehingga bekatul menjadi tengik.

Stabilisasi bekatul dilakukan untuk menginaktifkan aktivitas lipase dan lipoksigenase karena bekatul mengandung enzim yang masih aktif, meningkatkan efisiensi ekstraksi minyak, dan mensterilkan bekatul. Lempaan dan lapisan terluar dari kariopsis memiliki aktivitas enzim yang tinggi. Beberapa enzim yang ada meliputi α -amilase, β -amilase, asam askorbat oksidase, katalase, sitokrom oksidase, dehidrogenase,

deoksiribonuklease, esterase, flavin oksidase, α - dan β -glikosidase, invertase, lecitinase, lipase, lipoksigenase, pektinase, peroksidase, fosfatase, phytase, proteinase, dan suksinat dehidrogenase (Orthofer, 2005).

Selama ini dalam menstabilisasikan bekatul dan menginaktifkan enzim lipase yang terdapat didalamnya dilakukan dengan perlakuan panas. Bekatul dipanaskan 3-5 menit untuk meyakinkan inaktivasi lipase. Lipase diinaktifkan selama 3 menit pada suhu 100°C. Penelitian tentang stabilisasi bekatul telah dilakukan dengan berbagai cara yakni, drum drier, ekstruder, penyangraian, pengukusan dan autoclave (Yuniarrahani, 2001; Damayanthi, 2002). Metode stabilisasi lainnya yang dapat dilakukan adalah dengan pengovenan bekatul pada suhu 100-140°C selama 5-15 menit seperti yang telah dilakukan oleh Tengah *et al.* (2011) dalam menstabilisasikan bekatul beras merah dari kabupaten Tabanan Bali.

STABILISASI BEKATUL DALAM UPAYA PEMANFAATANNYA SEBAGAI PANGAN FUNGSIONAL

Bekatul

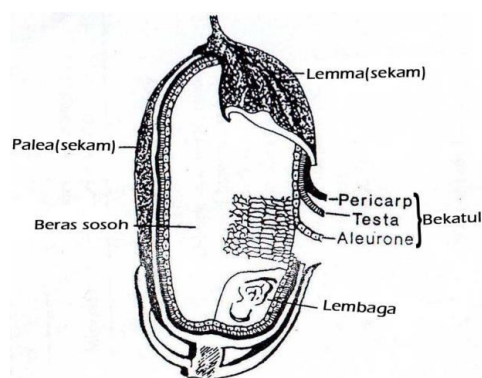
Bekatul terdiri atas lapisan sebelah luar butiran padi dengan sejumlah lembaga biji. Dalam proses penggilingan gabah terdapat beberapa tingkatan yang mula-mula diperoleh beras pecah kulit dengan hasil ikutan sekam dan dedak kasar. Bekatul terdiri atas lapisan pericarp, testa, dan lapisan aleurone. Persentasi ini bervariasi, tergantung varietas dan umur padi dan derajat sosoh (Grist, 1965). Rendemen bekatul dipengaruhi beberapa faktor, diantaranya derajat penyosohan, tingkat masak padi, kadar air gabah, jenis alat penyosoh, dan lubang alat pemisah (Soemardi, 1975). Dedak terdiri atas lapisan dedak sebelah luar dari butiran-butiran padi dengan sejumlah lembaga biji, sedangkan bekatul adalah lapisan dedak sebelah dalam dari butiran padi termasuk sebagian kecil endosperm berpati. Bagian – bagian gabah dapat dilihat pada Gambar 1.

Pangan Fungsional

Dewasa ini konsumen dalam memilih pangan tidak lagi sekedar untuk memenuhi kebutuhan energi, mengenyangkan, atau memberi kenikmatan dengan rasanya yang lezat dan penampilan yang menarik. Namun juga mempertimbangkan potensi aktivitas fisiologis komponen yang dikandungnya. Peningkatan prevalensi penyakit pada beberapa dekade terakhir, telah mendorong perubahan sikap masyarakat, yaitu cenderung mencegah penyakit dan berusaha menjalani hidup sehat. Oleh sebab itu pangan

fungsional menjadi lebih disukai dibandingkan dengan obat-obatan, karena efek psikologis yang menyehatkan tanpa mengkonsumsi obat, serta efek samping yang jauh lebih rendah (Adzkiya, 2011).

Badan Pengawas Obat dan Makanan mendefinisikan pangan fungsional sebagai pangan yang secara alamiah maupun telah mengalami proses, mengandung satu atau lebih senyawa yang berdasarkan kajian-kajian ilmiah dianggap mempunyai fungsi secara fisiologis tertentu yang bermanfaat bagi kesehatan. Serta dikonsumsi sebagaimana layaknya makanan atau minuman, mempunyai karakteristik sensori berupa penampakan, warna, tekstur dan cita rasa yang dapat diterima oleh konsumen. Selain tidak memberikan kontra indikasi dan tidak memberi efek samping pada jumlah penggunaan yang dianjurkan terhadap metabolisme zat gizi lainnya (Adzkiya, 2011).



Gambar 1. Skema morfologi gabah kering (Champagne, 1994 dalam Swastika, 2009)

Stabilisasi Bekatul

Menurut Ketaren (1986) ketengikan adalah kerusakan atau perubahan bau atau cita rasa dalam minyak atau bahan pangan berlemak tinggi ataupun rendah. Reaksi ketengikan diakibatkan oleh hidrolisis enzimatis lipase dan ketengikan oksidatif. Pada bekatul, ketengikan terjadi akibat lipase yang menghidrolisis lemak menjadi asam lemak dan gliserol. Asam lemak bebas dioksidasi oleh enzim lipoksigenase menjadi bentuk peroksida, keton dan aldehyd, sehingga bekatul menjadi tengik. Menurut Champagne (1994) dalam Swastika, 2009), kandungan lemak bekatul yang tinggi (15-19,7%) menjadi subyek kerusakan hidrolitik dan oksidatif. Kerusakan hidrolitik terjadi karena adanya air dalam bahan yang bereaksi dengan lemak bekatul. Komposisi asam lemak pada bekatul dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi asam lemak dalam minyak dedak padi

Jenis Asam Lemak	Kadar (%)
Asam Miristat (C14:0)	0,3366
Asam Palmitat (C16:0)	17,2096
Asam Stearat (C18:0)	1,7112
Asam Oleat (C18:1)	45,7510
Asam Linoleat (C18:2)	33,4208
Asam Linolenat (C18:3)	0,3645
Asam Arachidik (C20:0)	1,2063

Sumber : Rahmania (2004)

Ketidakstabilan bekatul dihubungkan dengan aktivitas lipase. Lipase memacu hidrolisis minyak dalam bekatul menjadi gliserol dan asam lemak bebas. Lipase berada dalam *testa-cross layer* biji padi sementara minyak dalam lapisan aleuron dan subaleuron dalam lembaga. Lipase mempunyai berat molekul 40.000 Da dan titik isoelektrik (pI) 8.56. pH optimum adalah 7.5-8.0, dan suhu optimum 37°C. Lipase pada bekatul menghidrolisis asam lemak pada posisi 1 dan 3 pada molekul trigliserida. Lipoksigenase dihubungkan dengan oksidasi *polyunsaturated fatty acids* (PUFA) yang mempunyai struktur cis-pentadiene. Produk karbonil dari degradasi khususnya heksanal menunjukkan flavor rusak (Orthofer, 2005).

Kerusakan minyak bekatul dapat dideteksi melalui peningkatan nilai peroksida, penurunan nilai iodin, dan peningkatan nilai asam tiobarbiturat (Orthofer, 2001). Malonaldehid merupakan salah satu hasil oksidasi lemak dari golongan aldehyd yang dapat menjadi indikator ketengikan pada bahan pangan, angka malonaldehid ini dapat di hitung dengan analisis asam tiobarbiturat.

Menurut Hermanianto *et al.* (2000) yang meneliti tentang produk ekstrudat dari bekatul nilai TBA yang merupakan indikator ketengikan semakin meningkat dengan bertambahnya selang waktu penyimpanan, pengukuran nilai TBA pada hari ke-28 sebesar 3.0759 mg malonaldehid/ kg sampel. SNI 01-2352-1991 tentang penentuan angka asam tiobarbiturat, produk yang kualitasnya masih baik mempunyai nilai TBA kurang dari 3 mg malonaldehid/ kg sampel. Untuk melihat tingkat kestabilan bekatul yang telah distabilisasi dapat dilakukan dengan inkubasi selama 28 hari dalam suhu 37°C, yakni dengan mengamati perubahan nilai TBA dan kadar air dari bekatul tersebut.

Metode stabilisasi bekatul dapat dilakukan dengan pemanasan kering, pemanasan basah, dan ekstrusi. Suhu stabilisasi bervariasi dari 100-140°C. Bekatul dipanaskan 3-5

menit setelah untuk meyakinkan inaktivasi lipase. Pemanasan basah lebih efektif untuk stabilisasi bekatul yang bertujuan untuk ekstraksi minyak dibandingkan pemanasan kering. Lipase dinaktifkan selama 3 menit pada suhu 100°C. Peralatan yang dapat digunakan adalah *steam cooker*, *blancer*, autoklaf dan *screw extruder* yang diinjeksikan dengan uap dan air (Orthofer 2005).

Menurut Damayanthi (2002) stabilisasi bekatul dengan menggunakan autoklaf pada suhu 121°C selama 3 menit kemudian dikeringkan pada suhu 105°C selama 1 jam menghasilkan bekatul dengan kadar asam lemak bebas yang rendah yaitu 0,89% dengan nilai TBA 0,15 mg malonaldehid/kg sampel dan kerusakan tokoferol yang minimal dengan jumlah yang tidak berbeda nyata dengan kontrol.

Menurut Yuniarrahani (2001) stabilisasi bekatul dengan metode penyangraian dapat dilakukan pada suhu 130°C selama 10 menit. Nilai TBA pada kondisi ini adalah 0,46 mg malonaldehid/kg sampel. Penilaian organoleptik terhadap produk yang dihasilkan adalah coklat tua, kering, dan berbau harum. Sementara itu, penyangraian dalam waktu yang lebih lama akan menimbulkan bau gosong. Lebih lanjut dikatakan, pada metode stabilisasi bekatul dengan pengukusan diperoleh kondisi optimum yaitu pada suhu 100°C selama 10 menit dengan nilai TBA 0,43 mg malonaldehid/kg sampel. Menurut SNI 01-2352-1991 tentang penentuan angka TBA, produk yang kualitasnya masih baik mempunyai nilai TBA < 3 mg malonaldehid/kg sampel.

Metode stabilisasi bekatul yang lain adalah dengan menggunakan oven. Oven adalah suatu peralatan yang berfungsi untuk memanaskan ataupun mengeringkan. Oven dapat digunakan dalam menstabilisasikan bekatul karena panas oven dapat menginaktifkan enzim lipase dan menurunkan kadar air dari bekatul tersebut. Stabilisasi bekatul dengan metode pengovenan telah dilakukan oleh Tengah *et al.* (2011) yang melaporkan bahwa suhu dan waktu terbaik dalam menstabilkan bekatul beras merah yang diperoleh dari kabupaten Tabanan adalah 100°C selama 15 menit. Pengovenan pada suhu dan waktu tersebut diperoleh peningkatan nilai TBA yang paling rendah setelah masa inkubasi selama 28 hari pada suhu 37°C yaitu sebesar 11,43%.

Pengaruh Stabilisasi Bekatul terhadap Komponen Bioaktif dan Aktivitas antioksidannya

Bekatul mengandung komponen bioaktif yang bermanfaat bagi kesehatan. Komponen bioaktif tersebut adalah tokoferol (vitamin E), tokotrienol, oryzanol, senyawa fenolik, dan antosianin yang terdapat pada bekatul beras merah dan beras hitam. Tokoferol (vitamin E) berperan sebagai antioksidan dengan mencegah kerusakan dinding sel sehingga mampu mencegah hemolisis (kerapuhan) sel darah merah. Oryzanol merupakan fraksi tidak tersabunkan dari minyak bekatul yang dapat membantu sirkulasi darah dan memicu sekresi hormon (Kahlon *et al.*, 1994).

Proses pemanasan yang dilakukan selama stabilisasi bekatul dapat mempengaruhi komponen bioaktifnya, termasuk aktivitas antioksidan dari bekatul tersebut. Menurut Elbe dan Schwartz (1996) dalam Tensiska (2003), ada beberapa hal yang dapat mempengaruhi kestabilan antosianin antara lain secara enzimatis dan non enzimatis. Secara enzimatis kehadiran enzim polifenol oksidase mempengaruhi kestabilan antosianin karena dapat merusak antosianin. Faktor-faktor yang mempengaruhi kestabilan antosianin secara non enzimatis adalah pengaruh dari pH, cahaya, suhu. Menurut Hermawan *et al.* (2010) semakin meningkatnya suhu pemanasan dapat menyebabkan hilangnya glikosil pada antosianin dengan hidrolisis ikatan glikosidik, aglikon yang dihasilkan kurang stabil dan menyebabkan hilangnya warna pada antosianin sehingga total antosianin akan menurun. Pemanasan pada suhu yang lebih rendah dalam waktu singkat menyebabkan kerusakan antosianin yang rendah, pemanasan pada suhu tinggi dalam waktu singkat mampu melindungi antosianin yang terkandung dalam bekatul beras merah dari kerusakan enzimatis oleh polifenol oksidase. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Tengah *et al.* (2011) yang melaporkan bahwa nilai rata – rata total antosianin bekatul beras merah cendana yang dioven pada suhu 140°C dengan selama 5 menit menunjukkan total antosianin tertinggi yang tidak berbeda nyata dengan pengovenan pada suhu 100°C selama 5 menit.

Total fenolik pada bekatul yang distabilisasi dapat mengalami penurunan akibat proses pemanasan yang diberikan. Menurut Turkmen *et al.* (2005) perlakuan panas dapat menurunkan total fenolik pada sayuran dengan tingkat reduksi tergantung pada metode pemasakannya. Tengah *et al.* (2011) melaporkan bahwa kadar total fenolik tertinggi diperoleh dari hasil pengovenan bekatul beras merah pada suhu 140°C selama 5 menit yaitu sebesar 18,12 mg/100 g bekatul. Kadar total fenolik terendah diperoleh dari hasil pemanasan pada suhu 100°C selama 5 menit yaitu sebesar 13,57 mg/100g bekatul. Semakin tinggi suhu pengeringan yang digunakan juga menyebabkan semakin tingginya

inaktivasi enzim polifenol oksidase sehingga aktivitas enzim akan semakin rendah, kerusakan fenolik semakin kecil. Akan tetapi stabilitas fenol juga akan terganggu oleh semakin meningkatnya suhu pengeringan sehingga jumlah total fenol terdeteksi akan mencapai puncak maksimum kemudian konstan dan cenderung menurun (Susanti 2008). Stabilisasi bekatul dengan menggunakan autoklaf pada suhu 121°C selama 3 menit kemudian dikeringkan pada suhu 105°C selama 1 jam menghasilkan bekatul dengan kadar asam lemak bebas dan nilai TBA yang rendah serta kerusakan tokoferol yang tidak berbeda nyata dengan kontrol (Damayanthi 2002). Tengah *et al.* (2011) melaporkan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan pada aktivitas antioksidan bekatul beras merah yang distabilisasi pada suhu 100-140°C selama 5-15 menit.

KESIMPULAN

Bekatul merupakan limbah dari proses penggilingan padi yang sering dimanfaatkan sebagai pakan ternak. Padahal, potensinya sangat besar apabila dapat dimanfaatkan sebagai makanan manusia karena bekatul mengandung nutrisi yang baik serta komponen bioaktif yang dapat berperan sebagai antioksidan sehingga bekatul dapat dimanfaatkan sebagai pangan fungsional. Komposisi lemak yang tinggi dalam bekatul menyebabkan bekatul mudah mengalami ketengikan. Oleh karena itu diperlukan proses stabilisasi untuk menginaktifkan lipase sehingga bekatul dapat disimpan dalam waktu yang lebih lama. Beberapa metode stabilisasi yang dapat digunakan diantaranya : penyangraian, pengukusan, pengeringan dengan drum drier, pemanasan dengan autoklaf pada suhu tinggi dalam waktu yang singkat serta metode yang paling sederhana yaitu dengan pengovenan bekatul dalam pengering rak. Stabilisasi bekatul pada suhu tinggi dalam waktu yang singkat mampu menginaktifkan lipase yang terdapat pada bekatul yang dilihat dari rendahnya nilai TBA serta mempertahankan komposisi komponen bioaktif dan aktivitas antioksidan bekatul.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonimus. 2004. Rice Bran Oil — Unique in Lowering LDL without Lowering HDL Cholesterol. Texas : Progressive Laboratories, Inc
- Anonimus. 2007. Mengolah Dedak Menjadi Minyak (*Rice Bran Oil*). Warta penelitian dan pengembangan pertanian vol 29 (4). Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian

- Buckle, K.A., R.A Edwards, G.H. Fleet, M. Wooton . 1987. Ilmu Pangan. Penerjemah Hari Purnomo dan Adiono. UI-Press, Jakarta
- Damayanthi E. 2002. Karakteristik Bekatul Padi (*Oryza sativa*) Awet serta Sifat Antioksidan dan Penghambat Proliferasi Sel Kanker secara In Vitro dari minyak dan Fraksinya. [Disertasi]. Pasca Sarjana IPB, Bogor
- Grist. DH. 1965. Rice. 4-th Edition. Lowe and Brydine. Ltd. London
- Hermanianto Joko, M. Arpah, W. K. Jati. 2000. Penentuan Umur Simpan Produk Ekstrusi dari Hasil Samping Penggilingan Padi (Menir dan Bekatul) dengan Menggunakan Metode Konvensional, Kinetika Arrhenius dan Sorpsi Isothermis. Buletin Teknol dan Industri Pangan. 11: 2 – 36.
- Hermawan, R., Hayati, E.K., Budi, U.S., Blarizi, A. 2010. Effect Of Temperature , pH on Total Concentration and Colour Stability Of anthocyanins Compound Extract Roselle Calyx (*Hibiscus Sabdariffa L.*). *Alchemy*, Vol. 2 , No. 1 Oktober 2010, Hal 104 – 157.
- Janathan. 2007. karakteristik Fisikokimia tepung Bekatul serta Optimasi Formulasi dan Pendugaan Umur simpan Minuman Campuran Susu skim dan tepung Bekatul. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Kahlon T.S., F.I. Chow, M.M. Chiu, C.A. Hudson dan R.N. Sayre. 1996. Cholesterol-lowering by rice bran and rice bran oil unsaponifiable matter in hamsters. *Cereal Chem.* 73(1):69–74 1996
- Ketaren. 1986. Pengantar Teknologi Minyak Dan Lemak pangan. Jakarta: UI Press
- Kuriyan R, N. Gopinath, M. Vas, A.V. Kurpad. 2005. Use of rice bran oil in patients with hyperlipidaemia. *The National Medical Journal of India* 2005. Vol. 18 (6)
- Orthofer, F. T. 2001. Rice bran oil. Di dalam. Champagne, E. T. (Ed). *Rice Chemistry and Technology* 3th edition. American Association of Cereal Chemists. Inc, St. Paul
- Orthofer F T. 2005. Rice Bran Oil. Di dalam : Shahidi, F, editor. *Bailey's Industrial Oil and Fat Products, Edible oil and Fat Products: Edible oils*. Ed ke-6. Canada : A John Wiley & Sons, Inc. Vol 2. hlm 465-487
- Rana P, S. Vadhera, and G. Soni. 2004. In vivo antioxidant potential of rice bran oil (RBO) in albino rats. *Indian J. Physiol Pharmacol* 48 (4)
- Soemardi. 1975. Pendayagunaan Dedak. Seminar Teknologi Pangan II BPK, Bogor.
- Susanti D, P. 2008. Efek Suhu Pengeringan Terhadap Kandungan Fenolik dan Kandungan Katekin Ekstrak Daun kering Gambir. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Pertanian 2008 – Yogyakarta, 18-19 November 2008*
- Swastika, N. D. 2009. Stabilisasi Tepung Bekatul melalui Metode Pengukusan dan Pengeringsan RAK Serta Pendugaan Umur Simpannya. Skripsi. Departemen Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor. Jawa Barat.

- Tengah, IGP., IK. Suter, IW.R.Widarta, IW. Arnata. 2011. Aktivitas Antioksidan Bekatul Beras Merah dari Kabupaten Tabanan, Bali. Laporan Hibah Penelitian Unggulan Udayana. Unpublished. Denpasar
- Tensiska, H.C. Wijaya, dan N. Andarwulan. 2003. Aktivitas Antioksidan Ekstrak Buah Andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium* DC) Dalam beberapa Sistem Pangan Dan Kestabilan Aktivasnya Terhadap Kondisi Suhu Dan pH. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, Vol. XIV, No.1 Th. 2003.
- Turkmen N, F Sari, YS Velioglu. 2005. The effect of cooking methods on total phenolics and antioxidant activity of selected green vegetables. *J. Food Chem.* 93 : 713–718
- Yuniarrahmani C. 2001. Pengawetan Bekatul dengan Perlakuan Fisik : Pemanasan Menggunakan Drum Drier, Ekstruder, Penyangraian, Pengukusan dan Autoclave. [skripsi] Bogor: Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor