

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

1. Pertumbuhan *Monascus sp.* KJR 2 pada media biji durian Petruk meningkat hingga hari ke-4 (6,4592 log cfu/g), fase stasioner terjadi pada hari ke-6 (6,3532 log cfu/g) hingga hari ke-12 fermentasi (6,7213 log cfu/g), dan memasuki fase kematian pada hari ke-14 fermentasi (6,5944 log cfu/g).
2. Produksi pigmen kuning, oranye, dan merah (larut etanol dan larut air) *Monascus sp.* KJR 2 pada media biji durian Petruk dimulai pada hari ke-4 fermentasi.
3. Produksi pigmen kuning dan merah larut etanol *Monascus sp.* KJR optimum pada hari ke-10 fermentasi dengan rata-rata kadar pigmen kuning 1,032 AU/g dan merah 0,866 AU/g, sedangkan produksi pigmen oranye optimum pada hari ke-12 fermentasi dengan rata-rata kadar pigmen 0,573 AU/g.
4. Produksi pigmen kuning, oranye, dan merah larut air *Monascus sp.* KJR 2 optimum pada hari ke-14 fermentasi dengan rata-rata kadar pigmen kuning 6,458 AU/g, oranye 3,781 AU/g, dan merah 3,265 AU/g.
5. Ekstraksi pigmen *Monascus sp.* KJR 2 menggunakan pelarut air lebih efektif daripada menggunakan pelarut etanol 90%.
6. Pigmen yang dominan diproduksi oleh *Monascus sp.* KJR 2 pada media biji durian Petruk adalah pigmen kuning.

7. Bentuk pola hubungan antara lama waktu fermentasi dengan produksi pigmen larut etanol dan larut air *Monascus sp.* KJR 2 pada media biji durian Petruk menyerupai bentuk kurva kubik.
8. Persamaan kurva pigmen kuning larut etanol adalah $y = 11,6593 - 0,7694x + 0,1111x^2 - 0,0043x^3$ ($r = 0,9423$), persamaan kurva pigmen oranye larut etanol adalah $y = 0,8229 - 0,4045x + 0,0595x^2 - 0,0023x^3$ ($r = 0,9022$), dan persamaan kurva pigmen merah larut etanol adalah $y = 0,8221 - 0,4491x + 0,0709x^2 - 0,0029x^3$ ($r = 0,8883$).
9. Persamaan kurva pigmen kuning larut air adalah $y = 10,2438 - 3,4144x + 0,4530x^2 - 0,0165x^3$ ($r = 0,9529$), persamaan kurva pigmen oranye larut air adalah $y = 5,3516 - 1,9804x + 0,2811x^2 - 0,0107x^3$ ($r = 0,9808$), dan persamaan kurva pigmen merah larut air adalah $y = 4,6872 - 1,7385x + 0,2466x^2 - 0,0094x^3$ ($r = 0,9803$).

5.2. Saran

Diperlukan penelitian lebih lanjut untuk dapat meningkatkan produksi pigmen merah dari *Monascus sp.* KJR 2 pada media biji durian Petruk seperti dilakukan penambahan sumber nitrogen, sumber karbon, atau dengan meningkatkan aerasi pada saat proses fermentasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Babitha, S., C.R. Soccol, dan A. Pandey. 2006. Jackfruit Seed – A Novel Substrate for the Production of *Monascus* Pigments through Solid-State Fermentation, *Food Technol. Biotechnol.*, 44 (4), 465-471.
- Badan Pusat Statistik. 2009. *Produksi Buah-buahan Menurut Provinsi (Ton)*, 2009. http://www.bps.go.id/tab_sub/view.php?tabel=1&daftar=1&id_subyek=55¬ab=1 (21 Oktober 2011).
- Bakošová, A., D. Máté, A. Laciaková, dan M. Pipová. 2001. Utilization of *Monascus purpureus* in the Production of Foods of Animal Origin, *Bull. Vet. Inst. Pulawy*, 45, 111-116.
- Blanc, P.J., H. Hajjaj, M.O. Loret, dan G. Goma. 1998. Control of the Production of Citrinin by *Monascus*, *Symposium on Monascus Culture and Applications*, Center Pour L'Unesco, Toulouse, France, 8-10 Juli 1998, organized by Laboratoire Biotechnologies-Bioprecedes, UMR-CNRS 5504, Institut National des Sciences Appliquees de Toulouse, France.
- Blanc, P.J., M.O. Loret, dan G. Goma. 1997. Pigments and Citrinin Production During Cultures of *Monascus* in Liquid and Solid Media, *Advance in Solid State Fermentation*, Kluwer Acad. Publ., Dordrecht, 393-406.
- Broder, C.U. dan P.E. Koehler. 1980. Pigmen Produced by *Monascus purpureus* with Regard to Quality and Quantity, *J. Food Sci.*, 45,567-569.
- Byrne, K. 1999. Fermentation Made Simple, *Bio Factsheet*, 33, 1-3. <http://dc178.4shared.com/doc/eEQ4NB21/preview.html> (2 Desember 2011 (2 Desember 2011)).
- Calvo, A.M., R.A. Wilson, J.W. Bok, dan N.P. Keller. 2002. Relationship between Secondary Metabolism and Fungal Development, *Microbiol. Mol. Biol. Rev.*, 66 (3), 447-459.

- Carvalho, J.C., B.O. Oishi, A. Pandey, dan C.R. Soccol. 2005. Biopigments from *Monascus*: Strains Selection, Citrinin Production and Color Stability, *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 48 (6), 885-894.
- Carvalho, J.C., B.O. Oishi, A.L. Woiciechowski, A. Pandey, S. Babitha, dan C.R. Soccol. 2007. Effect of Substrates on the Production of *Monascus* Biopigments by Solid-State Fermentation and Pigment Extraction Using Different Solvents, *Indian J. Biotechnol.*, 6, 194-199.
- Chie, Y.B. 2006. Kajian Pola Produksi Minyak yang Mengandung PUFA oleh *Rhizomuchor miehei* FNCC 6102 Pada Media *Blackstrap Molasses*, *Skripsi*, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya.
- Direktorat Perbenihan. 2001. *Buku Deskripsi Varietas Tanaman Hortikultura, Seri Tanaman Buah-Buahan*. <http://www.worldagroforestrycentre.org/sea/Publications/Files/book/BK0094-06/BK0094-06-2.PDF> (3 Desember 2011).
- Dufossé L., P. Galaup, A. Yaron, S.M. Arad, P. Blanc, K.N.C. Murthy, dan G.A. Ravishankar. 2005. Microorganisms and Microalgae as Sources of Pigments for Food Use: A Scientific Oddity or An Industrial Reality?, *Trends in Food Science and Technology*, 16, 389-406.
- Erdoğan, O. dan S. Azirak. 2005. A Review on the Red Yeast Rice (*Monascus purpureus*), *KSU Journal of Science and Engineering*, 8 (1), 10-15.
- Fabre, C.E., G. Goma, dan P.J. Blanc. 1998. Production and Food Applications of the Red Pigments of *Monascus ruber*, *Symposium on Monascus Culture and Applications*, Center Pour L'Unesco, Toulouse, France, 8-10 Juli 1998, organized by Laboratoire Biotechnologies-Bioprecedés, UMR-CNRS 5504, Institut National des Sciences Appliquées de Toulouse, France.
- Gandasusila, R.S. 2009. Pengaruh Konsentrasi Ekstrak Angkak dan Lama Penyimpanan pada Suhu Rendah terhadap Penghambatan *Staphylococcus aureus*, *Salmonella typhi*, dan *Bacillus subtilis*, *Skripsi*, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya.

- Gandjar, I., W. Sjamsuridzal, dan A. Oetari. 2006. *Mikologi Dasar dan Terapan*. Jakarta: Yayasan Obor Indonesia. OKE http://books.google.co.id/books?id=MxEOHqhHI7sC&pg=PR3&dq=Gandjar,+Indrawati,+2006,+Mikologi+Dasar+dan+Terapan,+Jakarta:+Yayasan+Obor+Indonesia.&cd=1&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false (7 Desember 2011).
- Ganrong, X., Y. Guohua, M. Jing, dan W. Yanping. 1998. Solid State Fermentation of *Monascus anka* with Corn as the Raw Material, *Symposium on Monascus Culture and Applications*, Center Pour L'Unesco, Toulouse, France, 8-10 Juli 1998, organized by Laboratoire Biotechnologies-Bioprecedes, UMR-CNRS 5504, Institut National des Sciences Appliquees de Toulouse, France.
- Garraway, M.O. dan R.C. Evans. 1984. *Fungal Nutrition and Physiology*. USA: John Wiley and Sons, Inc.
- Gremmels, J.F. dan M.S. Vilar. 1998. Pharmacological and Toxicological Aspects of *Monascus* and the Role of Citrinin, *Symposium on Monascus Culture and Applications*, Center Pour L'Unesco, Toulouse, France, 8-10 Juli 1998, organized by Laboratoire Biotechnologies-Bioprecedes, UMR-CNRS 5504, Institut National des Sciences Appliquees de Toulouse, France.
- Hajjaj, H., A. Klaébé, M.O. Loret, T. Tzédakis, G. Goma, dan P.J. Blanc. 1997. Production and Identification of *N*-Glucosylrubropunctamine and *N*-Glucosylmonascorubramine from *Monascus ruber* and Occurrence of Electron Donor-Acceptor Complexes in These Red Pigments, *Appl. Environ. Microbiol.*, 63 (7), 2671-2678.
- Hajjaj, H., P.J. Blanc, E. Groussac, G. Goma, J.L. Uribelarrea, dan P. Loubiere. 1999. Improvement of Red Pigment/Citrinin Production Ratio as a Function of Environmental Conditions by *Monascus ruber*, *Biotechnology and Bioengineering*, 64 (4), 497-501.
- Hajjaj, H., A. Klaébé, G. Goma, P. J. Blanc, E. Barbier, dan J. François. 2000. Medium-Chain Fatty Acids Affect Citrinin Production in the Filamentous Fungus *Monascus ruber*, *Appl. Environ. Microbiol.*, 66 (3), 1120-1125.

- Hamdi, M., Ph. Blanc, dan G. Goma. 1998. Production of Red Pigments by *Monascus purpureus* Growth on Prickly Pear Juice, *Symposium on Monascus Culture and Applications*, Center Pour L'Unesco, Toulouse, France, 8-10 Juli 1998, organized by Laboratoire Biotechnologies-Bioprecedes, UMR-CNRS 5504, Institut National des Sciences Appliquees de Toulouse, France.
- Hutapea, P. 2010. Pembuatan Tepung Biji Durian (*Durio zibethinus* Murr) dengan Variasi Perendaman dalam Air Kapur dan Uji Mutunya, *Skripsi*, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Sumatera Utara Medan.
<http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/18747/7/Cover.pdf> (5 Desember 2011).
- Jenie, B.S.L., Helianti, S. Fardias. 1994b. Pemanfaatan Ampas Tahu, Onggok, dan Dedak untuk Produksi Pigmen Merah oleh *Monascus purpureus*, *Bul. Teknol. dan Industri Pangan*, 5 (2), 22-29.
- Jenie, B.S.L., Ridawati, dan W.P. Rahayu. 1994a. Produksi Angkak oleh *Monascus purpureus* dalam Medium Limbah Cair Tapioka, Ampas Tapioka, dan Ampas Tahu, *Bul. Tek. dan Industri Pangan*, V (3), 60-64.
- Jung H., C. Kim, dan C.S. Shin. 2005. Enhanced Photostability of *Monascus* Pigments Derived with Various Amino Acids via Fermentation, *J. Agric. Food Chem.* 53 (18), 7108-7114.
- Kumalaningsih, S. dan N. Hidayat. 1995. *Mikrobiologi Hasil Pertanian*. Malang: IKIP.
- Lee, Y.K. dan D. Chen. 1998a. *Monascus* Pigment Production in Submerged Fermentation, *Symposium on Monascus Culture and Applications*, Center Pour L'Unesco, Toulouse, France, 8-10 Juli 1998, organized by Laboratoire Biotechnologies-Bioprecedes, UMR-CNRS 5504, Institut National des Sciences Appliquees de Toulouse, France.
- Lee, Y.K. dan D. Chen. 1998b. Application of *Monascus* Pigments as Food Colorant, *Symposium on Monascus Culture and Applications*, Center Pour L'Unesco, Toulouse, France, 8-10 Juli 1998, organized by

Laboratoire Biotechnologies-Bioprecedes, UMR-CNRS 5504, Institut National des Sciences Appliquees de Toulouse, France.

- Lin, C.F. dan H. Iizuka. 1982. Production of Extracellular Pigment by A Mutant of *Monascus kaoliang sp. nov.*, *Appl. Environ. Microbiol.*, 43 (3), 671-676.
- Lin, Y., T. Wang, M. Lee, dan N. Su. 2008. Biologically Active Components and Nutraceuticals in the *Monascus*-fermented Rice: A Review, *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, 77, 965-973.
- Listyani, P. 2003. Pola Produksi Pigmen *Monascus* secara Fermentasi Cair pada Media Tunggal dan Campurannya: Germ, Bran, dan Pollard Gandum, *Skripsi*, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya.
- Ma, J., Y. Li, Q. Ye, J. Li, Y. Hua, D. Ju, dan D. Zhang. 2000. Constituents of Red Yeast Rice, A Traditional Chinese Food and Medicine, *J. Agric. Food Chem.*, 48 (11), 5220-5225.
- Merck. 2011. *Specification Sabouraud 2% Dextrose Broth for Microbiology*. Darmstadt, Germany: Merck KGaA. http://www.merck-chemicals.com/indonesia/pharmaceutical-ingredients/sabouraud-2-percent-dextrose-broth/MDA_CHEM-108339/english/p_uuid?WT_oss=108339&WT_oss_r=1 (20 November 2011).
- Merck. 2011. *Specification Sabouraud 4% Dextrose Agar for Microbiology*. Darmstadt, Germany: Merck KGaA. http://www.merck-chemicals.com/indonesia/pharmaceutical-ingredients/sabouraud-4-percent-dextrose-agar/MDA_CHEM-105438/english/p_uuid (20 November 2011).
- Nuriati, R. 2008. Penggunaan *Saccharomyces cerevisiae* H. sebagai Elisitor dalam Upaya Meningkatkan Ssenyawa Oksazol (Alkaloid) pada Kultur Kalus Mengkudu (*Morinda citrifolia* L.), *Skripsi*, Jurusan Biologi, FMIPA, Universitas Pendidikan Indonesia Bandung http://repository.upi.edu/operator/upload/s_d525_033584_chapter2.pdf (12 Desember 2011).

- Pattanagul, P., R. Pinthong, A. Phianmongkhol, dan N. Leksawasdi. 2007. Review of Angkak Production (*Monascus purpureus*), *Chiang Mai J. Sci.*, 34 (3), 319-328.
- Permana, D.R., S. Marzuki, dan D. Tisnadjaja. 2004. Analisis Kualitas Produk Fermentasi Beras (*Red Fermented Rice*) dengan *Monascus purpureus* 3090, *Biodiversitas*, 5 (1), 7-12.
- Purwianingsih, W. dan Y.Hamdiyati, 2009. Metode Elisitasi Menggunakan Ragi *Saccharomyces cerevisiae* H. untuk Meningkatkan Kandungan Bioaktif Kuinon Kalus *Morinda citrifolia* L. (Mengkudu), *Artikel Biosaintifika*, Program Studi Biologi, Jurusan Pendidikan Biologi FPMIPA, Universitas Pendidikan Indonesia Bandung. http://file.upi.edu/Direktori/FPMIPA/JUR._PEND._BIOLOGI/196611031991012-YANTI_HAMDIYATI/artikel_biosaintifika3.pdf (12 Desember 2011).
- Rasheva, T., J.N. Hallet, dan A. Kujumdzieva. 1998. Taxonomic Investigation of *Monascus purpureus* 94-25 Strain, *Journal of Culture Collection*, 2, 51-59.
- Rismunandar, R. 1996. *Mengenal Tanaman Buah-buahan*. Bandung: CV Sinar Baru.
- Ristiarini, S., N. Kusumawati. dan I. Srianta. 2010. Isolasi *Monascus sp.* dari Angkak yang Beredar di Surabaya dan Studi Potensinya untuk Produksi Pigmen *Monascus*, *Laporan Penelitian*, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya.
- Rukmana, R. 1996. *Durian Budidaya dan Pasca Panen*. Yogyakarta: Kanisius.
- Sa'adah, Z., N. Ika, dan Abdullah. 2010. Produksi Enzim Selulase oleh *Aspergillus niger* Menggunakan Substrat Jerami dengan Sistem Fermentasi Padat, *Skripsi*, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro Semarang. [http://eprints.undip.ac.id/13064/1/BAB I - V.pdf](http://eprints.undip.ac.id/13064/1/BAB_I_-_V.pdf) (12 Desember 2011).
- Shaanxi Meihe Biochemics. 2011. *Red Yeast Rice Extract*. <http://www.meihebio.com/info.asp?id=62> (14 Desember 2011).

- Steinkraus, K.H. 1983. *Handbook of Indigenous Fermented Foods*. New York: Institute of Science Cornell University.
- Sudarmadji, S., B. Haryono, dan Suhardi. 2007. *Analisa Bahan Makanan dan Pertanian*. Yogyakarta: Liberty.
- Sweeny, J.G., E. Valdes., G.A. Iacobucci, H. Sato, dan S. Sakamura. 1981. Photoprotection of the Red Pigment of *Monascus anka* in Aqueous Media by 1,4,6-trihydroxynaphthalene, *J. Agric. Food Chem.*, 29, 1189-1193.
- Timotius, K.H. 2004. Produksi Pigmen Angkak oleh *Monascus*, *Jurnal. Teknol. dan Industri Pangan*, XV (1), 79-86.
- Timotius, K.H. dan R.S. Hartani. 1998. Pertumbuhan dan Produksi Pigmen oleh *Monascus purpureus* UKSW 40 dalam Medium Air Rendaman Kedelai: Pengaruh pH dan Cara Pemanasan Medium, *Bul. Teknol. dan Industri Pangan*, IX (1), 16-21.
- Tjitrosoepomo, S. 1985. *Morfologi Tumbuhan*. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada Press.
- Wahyono. 2009. Karakteristik *Edible Film* Berbahan Dasar Kulit dan Pati Biji Durian (*Durio sp.*) untuk Pengemasan Buah Strawberry, *Skripsi*, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Muhammadiyah Surakarta. <http://etd.eprints.ums.ac.id/3831/1/A420050124.PDF> (2 Desember 2011).
- Widjayanti, R.D.E. 2000. Membandingkan Beras dan Cassava sebagai Substrat untuk Produksi Pigmen *Monascus* dengan Fermentasi Padat, *Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia*, 2 (2), 23-26.
- Wongjewboot, I. dan S. Kongruang. 2011. pH Stability of Ultrasonic Thai Isolated *Monascus purpureus* Pigments, *International Journal of Bioscience, Biochemistry and Bioinformatics*, 1 (1), 79-83.
- Yongsmith, B., C. Chaisrisook, P. Chimanage, dan S. Krairak. 1998. Production of Yellow Pigments by *Monascus* Molds Growing on Cassava Substrates, *Symposium on Monascus Culture and Applications*, Center Pour L'Unesco, Toulouse, France, 8-10 Juli 1998, organized by Laboratoire Biotechnologies-Bioprecedes, UMR-

CNRS 5504, Institut National des Sciences Appliquées de Toulouse,
France.