

PEMANFAATAN DEDAK DAN PATI GADUNG TERMODIFIKASI SEBAGAI MEDIA PERTUMBUHAN KAPANG (*Monascus purpureus*) PENGHASIL PIGMEN MERAH

Mursalin Mursalin^{1*}, Surhaini Surhaini¹, Eva Achmad²

¹Jurusan Teknologi Pertanian, Universitas Jambi, Jalan Raya Jambi-Muara Bulian Km.15 Mendalo Darat, Jambi

²Jurusan Kehutanan, Universitas Jambi, Jalan Raya Jambi-Muara Bulian Km.15 Mendalo Darat, Jambi

ABSTRAK: Melalui penelitian ini telah diperoleh formulasi pati gadung dan dedak yang dapat mendukung pertumbuhan dan perkembangan *Monascus purpureus* secara maksimal sehingga diperoleh pigmen merah yang optimal. Modifikasi terhadap pati gadung sebagai sumber karbon ternyata dapat mempersingkat fase adaptasi *Monascus purpureus* untuk mencapai pertumbuhan logaritmik. Modifikasi dilakukan dengan cara menghidrolisis pati gadung menggunakan asam dan panas sehingga diperoleh gula sederhana dan pati terlarut yang dapat segera digunakan oleh kapang untuk tumbuh, berkembang biak, dan memproduksi metabolit sekunder berupa angkak yang berwarna merah. Hidrolisis pada pH 3 menghasilkan kelarutan pati yang tidak berbeda nyata dengan pH 3,5; 4,0; dan 4,5 tetapi berbeda nyata dengan pH 5,0. Jenis asam yang sangat efektif digunakan untuk menghidrolisis pati adalah HCl. Komposisi substrat yang dapat menghasilkan pigmen merah angkak terbanyak dengan kelarutan tertinggi dalam air adalah pada perbandingan (pati gadung termodifikasi : dedak) 70 : 30 selama 20 hari fermentasi.

Kata Kunci: *Monascus purpureus*, angkak, gadung, pati termodifikasi, hidrolisis asam

ABSTRACT: This research had obtained the formulations of yam (gadung) starch and bran that can support the growth of *Monascus purpureus* optimally so that optimal red pigment was obtained. Apparently, by modifying gadung starch can shorten the adaptation phase of *Monascus purpureus* to achieve logarithmic growth. The modification was carried out by hydrolyzing gadung starch using acid and heat in order to obtain simple sugars and soluble starch which can be immediately used by the molds to grow, reproduce, and produce secondary metabolites in the form of red angkak. Hydrolysis at pH 3 resulted in starch solubility which was not significantly different from pH 3.5; 4.0; and 4.5 but significantly different from pH 5.0. The type of acid that was very effective for hydrolyzing starch was HCl. Substrate composition that can produce the most red pigment (angkak) with the highest solubility in water was the ratio (modified gadung starch : bran) 70 : 30 for 20 days of fermentation.

Keywords: *Monascus purpureus*, angkak, gadung, modified starch, acid hidrolisis

PENDAHULUAN

Salah satu pewarna makanan alami berwarna merah yang telah banyak digunakan di negara-negara Asia adalah pigmen yang berasal dari *Angkak*. Menurut Panesar *et al.* (2015), pigmen yang berasal dari angkak merupakan pigmen alami yang dihasilkan oleh kapang *Monascus purpureus*. Menurut Sumaryati (2015), di Cina, Jepang dan negara-negara Asia lainnya, angkak selama berabad-abad digunakan untuk memberi warna merah pada sake, anggur, dan kecap ikan. Selain sebagai pewarna, angkak dapat pula digunakan untuk mengawetkan daging karena mempunyai sifat antibakteri.

Secara tradisional pembuatan angkak dilakukan dengan sistem fermentasi padat, karena tekniknya lebih sederhana dan praktis. Dalam pembuatan angkak, komposisi medium terutama kadar karbon dan nitrogen sangat mempengaruhi pembentukan pigmen dan penentuan tipe pigmen yang dihasilkan *Monascus sp.* (Puspitadewi *et al.*, 2016).

Salah satu sumber karbon bagi pertumbuhan *Monascus sp* adalah pati gadung. Pati gadung

diperoleh dari ekstraksi umbi gadung menggunakan pelarut air pada kondisi yang sesuai. Sebagai sumber N dapat digunakan dedak atau bekatul. Bekatul memiliki efek yang baik bagi kesehatan. Wahyuningrum dan Zubaidah (2016) yang melakukan penelitian tentang penggunaan angkak yang dihasilkan dari *Monascus purpureus*, dengan penambahan bekatul telah berhasil menurunkan profil lipid tikus wistar jantan hiperkolesterolemia secara in vivo.

Dedak merupakan campuran dari "rice bran" dan "polish". Menurut FAO, yang dimaksud "rice bran" adalah hasil samping penggilingan padi yang tersusun oleh lapisan - lapisan luar butir beras (kernel) dan lembaga, sedangkan "polish" tersusun oleh lapisan - lapisan yang lebih sedikit endosperm yang kaya akan pati. Dedak padi mempunyai potensi cukup baik sebagai sumber protein. Kadar protein dedak berkisar antara 6,7% - 17,2% (Mishra, 2017).

Sebenarnya, media alami bagi pertumbuhan dan perkembangan *Monascus purpureus* adalah beras (Tedjautama dan Zubaidah., 2013; Asben dan Kasim, 2015). Tetapi pada keadaan

lingkungan yang mendukung, semua substrat berpati dapat dijadikan media pertumbuhan *Monascus purpureus* untuk menghasilkan pigmen merah (Fatimah *et al.*, 2014). Menurut Wiyoto *et al.*, (2011), pertumbuhan *M. purpureus* dan produksi pigmen dipengaruhi oleh perbandingan karbon dan nitrogen dalam substrat. Bila konsentrasi karbon dalam medium meningkat, maka lebih banyak nitrogen dibutuhkan untuk mencapai pertumbuhan maksimum. Tetapi jumlah nitrogen yang terlalu tinggi di dalam medium dapat menghambat pertumbuhan kapang dan pembentukan pigmen (Wiyoto *et al.*, 2011).

Dalam rangka mempersingkat fase adaptasi dan mempercepat waktu pencapaian fase pertumbuhan logaritmik *Monascus purpureus*, maka dilakukan modifikasi terhadap pati gadung yang akan dijadikan sebagai sumber karbon. Modifikasinya dengan cara hidrolisis menggunakan asam dan panas sehingga diperoleh gula-gula sederhana dan pati terlarut yang dapat secara langsung dan mudah dimanfaatkan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui formulasi pati gadung termodifikasi dan dedak yang dapat menunjang pertumbuhan dan perkembangan kapang *Monascus purpureus* secara maksimal sehingga dapat dihasilkan pigmen merah dalam jumlah yang optimum.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Bioteknologi Tanaman dan Laboratorium Pengolahan Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Jambi, dari bulan April sampai Agustus 2020. Bahan yang digunakan diantaranya adalah pati gadung dan dedak yang berasal dari Desa Olak Kemang Kecamatan Sengeti Kabupaten Muaro Jambi dan kapang *Monascus purpureus* yang berasal dari Bogor Culture Collection (BCC) IPB, Bogor. Alat yang digunakan antara lain adalah cawan petri untuk tempat membiakkan kapang *Monascus purpureus*, alat gelas untuk analisis, spektrofotometer *Spectronic 20* untuk mengukur kadar pigmen yang dihasilkan, dan beberapa peralatan penunjang lainnya.

Penelitian ini terbagi menjadi dua tahap, yaitu tahap pembuatan pati gadung termodifikasi dan tahap pembuatan zat pewarna merah hasil metabolit kapang *Monascus purpureus*. Pada tahap pertama dilakukan analisis terhadap teknik-teknik hidrolisis asam yang optimal dalam menghasilkan pati termodifikasi yang paling baik untuk dijadikan sumber karbon bagi pertumbuhan dan perkembangan kapang

Monascus purpureus. Yang termasuk dalam kegiatan tahap pertama ini adalah pemilihan jenis asam dan penentuan konsentrasi asam yang paling baik (encer, sedang dan pekat) dalam menghasilkan pati gadung termodifikasi.

Dalam penelitian tahap pertama ini perlakuan 5 tingkat kepekatan asam (pH 3,0; 3,5; 4,0; 4,5; dan 5,0) disusun dalam rancangan acak kelompok lengkap dua kali ulangan, pengelompokan didasarkan pada jenis asam yang digunakan (HCl, H₂SO₄, dan CH₃COOH). Pada tahap kedua, ditentukan formulasi pati gadung termodifikasi dan dedak padi yang paling baik dalam menunjang pertumbuhan dan perkembangan *Monascus purpureus* dan pembentukan metabolit berupa zat warna merah (angkak). Lima taraf perlakuan dicobakan di sini, yaitu perbandingan pati gadung termodifikasi dan dedak (80 : 20), (70 : 30), (60 : 40), (50 : 50) dan (40 : 60). Perlakuan disusun dalam rancangan acak lengkap 4 kali ulangan.

Produksi pigmen angkak diamati setiap 5 hari selama 20 hari dan parameter yang diamati adalah uji kelarutan dalam air dan kadar pigmen yang dihasilkan. Uji kelarutan dalam air dilakukan berdasarkan metode Ma *et al.* (2000) yaitu dengan menimbang 0,125 gr bubuk pigmen angkak dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi tertutup, kemudian ditambahkan 25 ml air yang telah dipanaskan pada suhu 60, 80, dan 100 °C. Selanjutnya tabung diaduk dengan vorteks selama 30 detik. Larutan segera disaring dan filtrat yang diperoleh diukur dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 500 nm.

Pengamatan terhadap kadar pigmen dilakukan mengikuti metode Tedjautama dan Zubaidah (2014), yang prosedurnya dibagi dalam 2 tahap yaitu tahap pembuatan kurva standar dan tahap penentuan kadar pigmen dengan menggunakan *Spectronic 20 Spectrophotometer* pada panjang gelombang 500 nm. Untuk mengukur keberhasilan proses hidrolisis asam yang dilakukan pada tahap pertama, maka dilakukan analisis terhadap perubahan daya larut pati. Perubahan kelarutan ini menunjukkan bahwa telah terjadi proses pemecahan pati menjadi komponen sederhana seperti dekstrin dan gula yang dapat larut dalam air dingin (Ma *et al.*, 2000). Selanjutnya untuk melihat pengaruh perlakuan terhadap semua parameter, maka data yang diperoleh dianalisis ragam pada taraf nyata 1% dan 5% dan dilanjutkan dengan Uji Duncan New Multiple Range Test (DNMRT) pada taraf nyata 5 %.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Modifikasi Pati Gadung dengan Hidrolisis

Salah satu tanda keberhasilan proses hidrolisis pati adalah berubahnya kelarutan pati tersebut dalam air dingin. Perubahan ini berkaitan dengan semakin banyaknya komponen pati yang dipecah menjadi komponen lain yang lebih sederhana seperti dekstrin dan gula. Menurut Sumardiono dan Pudjihastuti (2015), hidrolisis pati pada kondisi asam tinggi (pH rendah) akan menyebabkan peningkatan jumlah gugus karbonil (C=O) dan penurunan gugus karboksil (C=O-O-H) sehingga berpengaruh terhadap penurunan viskositas pasta pati dan kemudahan amilosa untuk terdegradasi menjadi senyawa yang lebih sederhana (dekstrin dan gula). Degradasi amilosa ini ditandai oleh peningkatan kelarutan pati dalam air dingin. Kemudahan melarut produk hidrolisis asam ini karena ia memiliki molekul yang lebih kecil daripada pati dan telah mengalami proses transglukosidasi ikatan α -D (1,4)-glukosidik menjadi α -D (1,6)-glukosidik yang menyebabkannya tidak lagi kental, lebih cepat terdispersi, dan lebih stabil.

Analisis ragam menunjukkan bahwa baik jenis asam yang digunakan maupun tingkat keasaman berpengaruh sangat nyata terhadap keberhasilan proses modifikasi pati. Analisis lanjut dengan DNMR menunjukkan bahwa modifikasi pati dengan cara hidrolisis pada tingkat keasaman 3 menghasilkan kelarutan pati yang tidak berbeda nyata dengan tingkat keasaman 3,5; 4,0 dan 4,5 tetapi berbeda nyata dengan tingkat keasaman 5,0. Terdapat kecenderungan bahwa semakin rendah pH hidrolisis atau semakin tinggi tingkat keasaman media, maka akan semakin tinggi tingkat kelarutan pati termodifikasi dihasilkan (Tabel 1).

Tabel 1. Nilai absorbansi pati termodifikasi hasil hidrolisis 3 jenis asam

Jenis Asam	Tingkat keasaman (pH)					Rataan
	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	
HCl	1,326	1,308	1,333	1,314	1,172	1,290
H ₂ SO ₄	1,343	1,398	1,219	1,179	1,139	1,255
CH ₃ COOH	1,244	1,206	1,210	1,192	1,178	1,206
Rataan	1.304 a	1.304 a	1.254 a	1.228 a,c	1.163 b,c	1.250

Keterangan: Nilai yang diikuti oleh huruf kecil yang sama tidak berbeda nyata menurut DNMR 5%

Kelarutan pati termodifikasi hasil hidrolisis menggunakan asam tertinggi diperoleh jika

digunakan HCl dengan nilai absorbansi rata-rata sebesar 1,290 disusul H₂SO₄ dengan nilai 1,255 dan CH₃COOH dengan nilai 1,206. Perbedaan hasil hidrolisis ini diduga disebabkan oleh perbedaan tingkat kekuatan dan jenis residu senyawa pengikat asam yang digunakan. HCl dan H₂SO₄ yang kekuatan asamnya lebih tinggi dari CH₃COOH menghasilkan kelarutan pati yang lebih baik, artinya bahwa penggunaan kedua jenis asam tersebut akan menghasilkan tingkat hidrolisis yang lebih baik dibandingkan dengan CH₃COOH. Perbedaan jenis residu senyawa pengikat asam yang digunakan diduga juga mempengaruhi tingkat hidrolisis pati, Cl⁻ yang lebih mudah terionisasi dibandingkan dengan SO₄²⁻ akan menghasilkan tingkat hidrolisis yang lebih baik. Hasil penelitian ini memberikan informasi bahwa jika akan menghidrolisis pati gadung dengan asam maka sebaiknya digunakan jenis asam HCl pada pH antara 3,5 – 4,5.

Formulasi Pati Gadung dan Dedak

Kadar Pigmen Merah

Hasil analisis ragam terhadap kadar pigmen merah angkak yang dihasilkan pada pemanenan hari ke 5 menunjukkan bahwa perlakuan formulasi pati gadung termodifikasi dengan dedak berpengaruh sangat nyata pada kadar pigmen merah angkak yang dihasilkan. Kadar pigmen yang dihasilkan pada pemanenan hari ke 5 berbeda nyata untuk semua perlakuan formulasi pati gadung termodifikasi dengan dedak untuk semua perbandingan (Tabel 2).

Tabel 2. Nilai absorbansi kadar pigmen merah angkak pada berbagai lama fermentasi

Perbandingan Pati Gadung dengan Dedak dalam 100 g media	Lama Fermentasi (hari)			
	5	10	15	20
80 : 20	1,069 a	1,654 b,d	2,246 a,d	2,451 b
70 : 30	1,018 b	2,324 a	2,387 a	2,501 a
60 : 40	1,015 b,c	1,559 c,d	2,358 a,c	2,358 c,d
50 : 50	0,889 e	2,270 a	2,376 a,b	2,376 c
40 : 60	0,941 d	1,753 b	2,077 e	2,209 e

Keterangan: Nilai yang diikuti oleh huruf kecil yang sama tidak berbeda nyata menurut DNMR 5%

Absorbansi kadar pigmen merah tertinggi secara rata-rata diperoleh dari perlakuan formulasi pati gadung dan dedak pada perbandingan (70 : 30) yaitu sebesar 2,451 yang dihasilkan dari perlakuan formulasi pati gadung

termodifikasi dengan dedak pada perbandingan (7 : 3) selama 20 hari fermentasi. Seiring dengan peningkatan lama fermentasi, kadar pigmen merah angkak yang dihasilkan juga akan meningkat untuk semua perlakuan formulasi pati gadung termodifikasi dengan dedak. Absorbansi kadar pigmen merah terendah selama fermentasi terdapat pada perlakuan formulasi pati gadung dengan dedak pada perbandingan (50 : 50) dan lama fermentasi 5 hari yaitu sebesar 0,889.

Berbeda dengan lama fermentasi yang lain, lama fermentasi 5 hari ternyata menghasilkan nilai absorbansi kadar pigmen angkak tertinggi pada perbandingan pati gadung termodifikasi dengan dedak 80 : 20, sedangkan yang lainnya pada perbandingan 70 : 30. Pada lama fermentasi 10 hari, kadar pigmen yang dihasilkan dari perbandingan 70 : 30 tidak berbeda nyata dengan yang dihasilkan perbandingan 50 : 50.

Menurut Ma *et al.* (2000), terjadinya perbedaan kadar pigmen merah yang dihasilkan oleh bermacam-macam substrat kemungkinan disebabkan oleh komponen-komponen yang terkandung di dalamnya, karena setiap sumber pati mempunyai komposisi yang berbeda-beda. Kandungan amilosa dan amikopektin dalam pati dapat mempengaruhi proses produksi pigmen merah. Komposisi substrat dan lama fermentasi juga berpengaruh terhadap nilai absorbansi kadar pigmen merah.

Peningkatan kadar pigmen merah selama fermentasi diduga karena proses pembentukan pigmen tersebut membutuhkan waktu dan persenyawaan tertentu yang merupakan komponen penting dalam substrat. Menurut Puspitadewi *et al.* (2016) dan Srianta *et al.* (2013), pada awal fermentasi, hanya pigmen jingga (monaskin) saja yang dihasilkan secara biosintesis. Selanjutnya untuk menghasilkan pigmen merah diperlukan persenyawaan dengan grup NH yang bereaksi dengan monaskin. Reaksi pigmen jingga dengan grup NH ini memicu terjadinya transformasi kimiawi yang membentuk pigmen merah, dan hal ini tergantung dari kandungan nutrisi substrat (ketersediaan persenyawaan dengan grup NH). Tergantunya posisi atom oksigen pada pigmen jingga oleh persenyawaan dengan grup NH dari substrat, maka akan terbentuklah pigmen merah. Oleh sebab itulah semakin tinggi kandungan dedak yang dapat menyumbang grup NH, bila ditunjang jumlah karbohidrat yang cukup, cenderung akan meningkatkan kadar pigmen merah angkak yang dihasilkan.

Hasil penelitian Asben and Kasim (2015) menunjukkan bahwa pigmen kuning dan orange

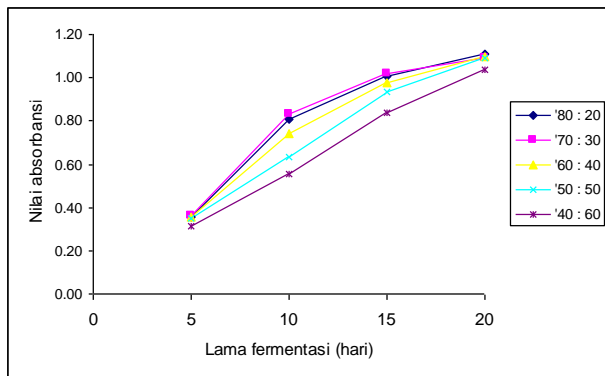
lebih dominan dari pada pigmen merah pada angkak yang dibuat dari ampas sagu dengan nilai absorbansi masing-masing sebesar 5,82; 5,02; dan 3,96. Hal ini menunjukkan bahwa sintesis warna merah oleh *M. purpureus* memang ditentukan oleh jenis dan sifat media yang digunakan.

Kelarutan Angkak

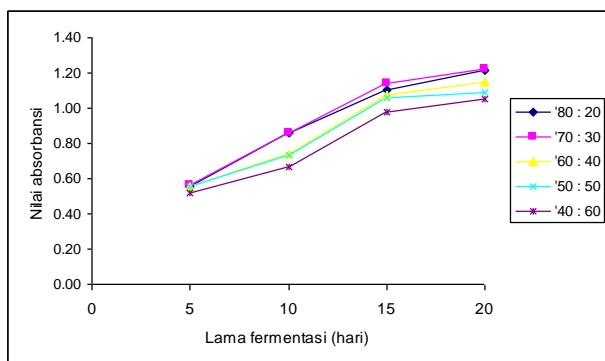
Hasil analisis ragam terhadap kelarutan angkak dalam air pada suhu 60 °C menunjukkan bahwa komposisi perbandingan pati gadung termodifikasi dengan dedak dalam substrat pertumbuhan kapang penghasil pigmen merah angkak pada setiap pengamatan memberikan hasil yang berbeda sangat nyata. Analisis lanjut menggunakan DNMRT menunjukkan bahwa nilai absorbansi kelarutan angkak dalam air pada suhu 60 °C yang dihasilkan dari lama fermentasi 5 hari pada perbandingan (pati gadung termodifikasi : dedak) 80 : 20 tidak berbeda dengan perbandingan (70 : 30), (60 : 40) dan (50 : 50) tetapi berbeda dengan (40 : 60) dengan nilai absorbansi berkisar antara 0,353 – 0,360.

Terjadinya peningkatan kelarutan pigmen dalam air sejalan dengan peningkatan suhu pelarutan, diduga karena pada suhu yang lebih tinggi proses melarutnya pigmen akan lebih mudah. Perbedaan tingkat kelarutan pigmen dalam air pada berbagai komposisi perbandingan pati gadung termodifikasi dengan dedak diduga disebabkan oleh adanya perbedaan jumlah nutrisi (sumber karbon dan sumber nitrogen) yang tersedia dalam substrat. Menurut Bhat *et al.* (2013) pigmen alami seperti angkak merupakan salah satu metabolit sekunder yang dihasilkan oleh mikroba, proses produksinya dipengaruhi oleh beberapa faktor fisik seperti suhu, pH, kelarutan, salinitas, dan medium kultur. Penggunaan jenis sumber karbon yang berbeda akan sangat berpengaruh terhadap kestabilan dan kelarutan pigmen angkak dalam air.

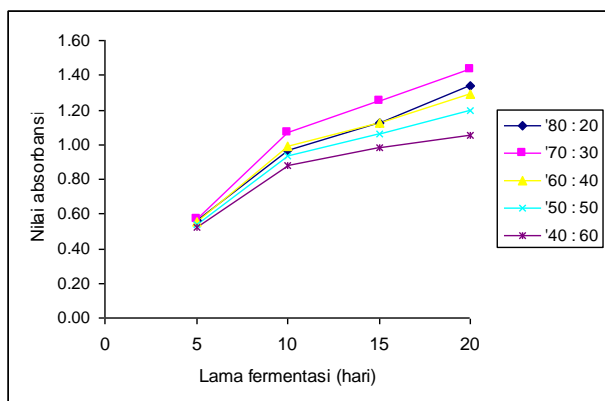
Pengaruh komposisi substrat terhadap nilai absorbansi kelarutan angkak dalam air pada suhu 60, 80 dan 100 °C dapat dilihat pada Gambar 1, 2 dan 3.



Gambar 1. Pengaruh komposisi substrat terhadap nilai absorbansi kelarutan angkak dalam air pada suhu 60°C



Gambar 2. Pengaruh komposisi substrat terhadap nilai absorbansi kelarutan angkak dalam air pada suhu 80°C



Gambar 3. Pengaruh komposisi substrat terhadap nilai absorbansi kelarutan angkak dalam air pada suhu 100°C

Pigmen angkak ternyata masih stabil walaupun pada suhu tinggi (100 °C), hal ini sesuai dengan pernyataan Fatimah *et al.* (2014) yang menyatakan bahwa pada suhu air mendidih pigmen angkak masih cukup stabil dan hanya akan mengalami kerusakan sekitar 1,20 persen.

Kelarutan pigmen merah *Monascus* pada suhu 100 °C adalah sebesar 0,56; lebih tinggi 21,43% dibandingkan pada suhu 80% yang hanya 0,44. Hal ini menunjukkan bahwa pada suhu 100 °C

pigmen ini masih cukup stabil sehingga akan sangat potensial untuk digunakan sebagai pewarna bahan pangan yang akan mengalami pengolahan dengan panas. Zat warna merah yang dihasilkan dari fermentasi oleh kapang *Monascus purpureus* merupakan zat warna yang mempunyai senyawa non polar. Air adalah senyawa yang polar, oleh karena itu kelarutan zat warna tersebut agak sedikit rendah dalam air (Fatimah *et al.*, 2014).

SIMPULAN

Modifikasi pati dengan cara hidrolisis pada tingkat keasaman 3 menghasilkan kelarutan pati yang tidak berbeda nyata dengan tingkat keasaman 3,5; 4,0 dan 4,5 tetapi berbeda nyata dengan tingkat keasaman 5,0. Jenis asam yang paling efektif untuk digunakan untuk menghidrolisis pati adalah HCl. Komposisi substrat yang dapat menghasilkan pigmen merah angkak terbanyak dengan tingkat kelarutan dalam air yang tertinggi adalah pada perbandingan (pati gadung termodifikasi : dedak) 70 : 30 selama 20 hari fermentasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Asben, A., Kasim, A. 2015. Studi Lama Fermentasi dan Tingkat Kadar Air dalam Produksi Pigmen Angkak pada Substrat Ampas Sagu-Tepung Beras Menggunakan *Monascus purpureus*. Prosiding Seminar Agroindustri dan Lokakarya Nasional FKPT-TPI Program Studi TIP-UTM, 2-3 September 2015. Pp: 185-191.
- Fatimah, S., Supriyadi, A., Kusdiyantini, E. 2014. Produksi dan Kestabilan Pigmen Merah Kapang *Monascus sp.* Menggunakan Media Tepung Kulit Singkong dengan Penambahan Bekatul pada Konsentrasi yang Berbeda. *Jurnal Biologi*, 3(3): 49-59.
- Ma, J., Y. Li, Q. Ye, J. Li, Y. Hua, D. Ju, D. Zhang, R. Cooper, and M. Chang., 2000. Constituents of red yeast rice, a traditional chinese food and medicine. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 48: 5220-5225
- Mishra, N. 2017. Utilization of waste defatted rice bran in formulation of functional cookies and its effect on physiochemical characteristic of cookies. *Int J Adv Sci Res*, 2(5):64-68.
- Panesar, R., Kaur, S., Panesar, P.S., 2015. Production of microbial pigments utilizing agro-industrial waste: A review. *Current Opinion in Food Science*, 1(1): 70-76. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2014.12.002>
- Puspitadewi, S.R.D., I. Srianta, N. Kusumawati. 2016. Pola produksi pigmen *monascus* oleh *Monascus sp.* KJR 2 pada media biji durian

- varietas petruk melalui fermentasi padat. *Jurnal Tekn. Pangan dan Gizi*, 15 (1): 36-42.
- Srianta, I., R.M. Widharna, L.B.S. Kardono. 2013. Bioaktivitas produk fermentasi *monascus*. *Journal of Pharmaceutical Science And Pharmacy Practice* 1(1): 1-8
- Sumardiono, S., I. Pudjihastuti. 2015. Pengembangan proses modifikasi cassava dengan hidrolisa asam laktat dan uv untuk substitusi terigu dalam produk pangan. *Metana*, 11(02): 27 – 32.
- Sumaryati, E., S. Sudiyono. 2015. Kajian aktivitas antibakteri ekstrak angkak terhadap pertumbuhan bakteri *Bacillus cereus* dan *Bacillus stearothermophilus*. *Teknologi Pangan: Media Informasi Dan Komunikasi Ilmiah Teknologi Pertanian*, 6(1):1-11. <https://doi.org/10.35891/tp.v6i1.461>
- Tedjautama, E., E. Zubaidah. 2014. Peningkatan produksi pigmen merah angkak tinggi lovastatin menggunakan ko-kultur *Monascus purpureus* dan *Saccharomyces cerevisiae*. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 2 (4): 78-88
- Wiyoto, H., Andriani, M.A., Parnanto, N.H.R. 2011. Study of antioxidant activity and anti-cholesterol content on red yeast rice with substrates variation (rice, corn and dried cassava). *Biofarmasi J. Nat. Prod. Biochem.* 9(2): 38–44.
- Wahyuningrum I., E. Zubaidah. 2016. Pengaruh Angkak dengan Penambahan Bekatul Terhadap Penurunan Profil Lipid Tikus Wistar Jantan Hiperkolesterolemia. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*,4(1):127-136.