

ANALISIS PIGMEN MONASCUS YANG DITUMBUHKAN PADA BERBAGAI JENIS BERAS DENGAN PELARUT YANG BERBEDA

Analysis of Monascus Pigment Grown on Various Types of Rice With Different Solvents

Dhanang Puspita*, Lydia Ninan Lestario, Isnaini Kumala Putri

Teknologi Pangan, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Kristen Satya Wacana

*e-mail: dhanang.puspita@uksw.edu

ABSTRAK

Monascus adalah salah satu jenis kapang *asomyte* yang menghasilkan pigmen. Salah satu faktor yang berpengaruh terhadap produksi pigmen *Monascus* adalah jenis medium yang digunakan. Beras merupakan salah satu substrat yang baik yang sering digunakan dalam proses fermentasi oleh kapang *Monascus*. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa jenis pigmen *Monascus* yang ditumbuhkan pada berbagai jenis beras yang berbeda. tahapan penelitian meliputi; isolasi *Monascus* sp. uji pertumbuhan, produksi pigmen *Monascus* sp., ekstraksi pigmen, analisis pigmen *Monascus* menggunakan KLT dan spektrofotometri. *Monascus* dapat tumbuh dan menghasilkan pigmen pada media dari beras putih, beras merah, beras coklat, dan beras hitam. Ekstark pigmen *Monascus* dapat dilarutkan dengan pelarut eter, heksan, kloroform, dan yang paling optimal adalah metanol. Pigmen *Monascus* yang tertinggi diperoleh dari media beras coklat dan beras merah.

Kata kunci: Monascus, Beras, Pigmen

ABSTRACT

Monascus is a type of *asomyte* mold that produces pigments. One of the factors that influence the production of *Monascus* pigment is the type of medium used. Rice is a good substrate that is often used in the fermentation process for *Monascus* mold. This study aims to analyze the type of *Monascus* pigment grown on different types of rice. Research stages include; isolating *Monascus* sp. growth assay, production of *Monascus* sp. pigment, pigment extraction, analysis of *Monascus* pigment using TLC and spectrophotometry. *Monascus* can grow and produce pigment in media from white rice, brown rice, brown rice and black rice. *Monascus* pigment extract can be dissolved with ether; hexane, chloroform, and methanol are the most optimal. The highest *Monascus* pigment is obtained from brown rice and brown rice.

Keywords: Monascus, Pigments, Rice,.

PENDAHULUAN

Monascus atau disebut angkak adalah kapang berpigmen merah, merah muda, dan kuning sebagai hasil fermentasi di media pertumbuhannya yang berupa beras (Silbir & Goksungur, 2019). Genus *Monascus* termasuk ke dalam filum Ascomycota yang masuk dalam kelas Eurotiomycetes, subkelas Eurotiomycetidae, ordo Eurotiales, dan famili Monascaceae dan terdapat 22 spesies di dalamnya (Kaur et al., 2012)

Sebagian besar *Monascus* adalah homotalik dan dapat dijumpai struktur seksual dan aseksualnya. Keberadaan *Monascus* dapat dengan mudah dijumpai, ditandai dengan adanya miselium yang tumbuh lebat dan hifa-hifanya berseptata dan bercabang tidak beraturan. Ukuran hialinnya 3 – 5 µm dan pada dinding hifanya berwarna jingga merah (Mahardhika et al., 2022).

Monascus purpureus adalah salah satu kapang yang telah diketahui dan banyak digunakan di Benua Asia selama berabad-abad sebagai pewarna pada makanan dan minuman. Sebagai pewarna alami, kapang ini dapat memproduksi pigmen-pigmen poliketida, diantaranya pigmen oranye, kuning, dan merah. Pigmen-pigmen poliketida dapat dimanfaatkan sebagai pewarna makanan, karena warna yang dihasilkan menarik, serta memiliki sifat ketahanan warna dan kelarutan dalam air

saat digabungkan dengan senyawa-senyawa lain yang sesuai (Irdawati & Rahmi, 2012), dan memiliki aktivitas antioksidan yang tinggi (Srianta et al., 2017).

Dalam praktis dan industri, jamur *Monascus* digunakan sebagai tambahan pangan, menu diet, dan pewarna makanan seperti; ikan, keju, kedelai, pickel sayuran, daging, anggur dan minuman beralkohol lainnya. Pigmen merah juga dimanfaatkan sebagai pewarna kue, yogurt, daging, dan sosis (Elfryani et al., 2022), (Mukherjee & Singh, 2011). Pigmen angkak juga dimanfaatkan dalam industri kosmetik sebagai pewarna lipstik, pemutih atau pelindung kulit, dan pewarna kain sutra (Fatimah et al., 2014). Angkak juga dipercaya dalam pengobatan tradisional guna meningkatkan kadar hemoglobin bagi penderita demam berdarah. *Natural yellow Monascus pigments* (NYMPs) atau pigmen kuning dar angkak sangat amat digunakan, karena sudah digunakan sangat lama dalam bidang pangan dan farmasi (Tan et al., 2018), (Panda et al., 2010).

Produksi angkak secara tradisional dibuat dari bahan beras yang dibiarkan berjamur secara alami (Irdawati & Rahmi, 2012). Beras merupakan medium atau substrat yang sering digunakan dalam proses fermentasi oleh kapang *Monascus* guna mendapatkan kadar pigmen merah optimum (Fatimah et al., 2014).

Di pasaran tersedia beragam varietas beras yang dapat digunakan sebagai medium pertumbuhan jamur (Purwanto, 2011). Dengan demikian perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui pembentukan warna *Monascus* dengan menggunakan berbagai jenis beras sebagai substrat padat. Hasil penelitian ini diharapkan diperoleh informasi kuantitas pigmen dari berbagai jenis medium. Tujuan penelitian ini untuk menganalisa jenis pigmen pada isolat *Monascus* yang ditumbuhkan pada berbagai jenis beras yang berbeda.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini bersifat eksperimental laboratoris yang dilakukan di Laboratorium Dasar dan Laboratorium Nutrimolekular Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Kristen Satya Wacana. Penelitian ini dimulai pada pertengahan Oktober hingga Desember 2022. Alat yang digunakan pada penelitian ini; Spektrofotometer (Genesys 10SUV), kuvet (Spectra cuvette Type OG 104), timbangan analitik (Ohaus), cawan petri, gelas ukur, gelas beker erlenmeyer, Centrifuge (Hettich), tabung centrifuge (Corning), Autoklaf (All American), Vortex (Velp scientifica), Hot plate (Dlab), Magnetic stirer (IKA), mikropipet (Dlab), Plat KLT (Merck), inkubator (Memmert), pembakar spirtus, dan jarum ose. Bahan-bahan yang digunakan

dalam penelitian ini adalah media *Potatto Dextrose Agar* (Merck), akuades, alkohol (Medika Alkohol 70%), metanol (Merck), etanol (Merck), eter (Merck), heksan (Merck), klorofom (Merck), isolat angkak, beras putih (C4), beras merah (Green 777), beras hitam (Green 777), dan beras coklat (Green 777). Adapun tahapan penelitian meliputi; isolasi *Monascus* sp., uji pertumbuhan, produksi pigmen *Monascus* sp., ekstraksi pigmen, analisis pigmen *Monascus* sp. menggunakan KLT dan spektrofotometri (Puspita et al., 2020).

Isolasi *Monascus*

Sebanyak 9.75 g *Potato Dextrose Agar* (PDA) dilarutkan dengan 250 mL aquades steril kemudian dipanaskan hingga larut sempurna. Setelah itu disterilkan dengan autoklaf selama 15 menit pada suhu 121°C dan tekanan 2 atm, kemudian media dituang ke dalam cawan petri steril hingga memadat. Sumber isolat yang berasal dari nasi sisa (*nasi aking*) dicuplik dengan jarum ose dan digorekan pada permukaan PDA secara aseptis. Inkubasi dilakukan selama 3 hari pada suhu 27°C. Inkubasi berakhir ditandai dengan munculnya miselia dan spora berwarna kuning/jingga. Isolat kemudian dipindahkan dalam agar miring berisi PDA sebagai kultur murni atau inokulum.

Uji Pertumbuhan *Monascus sp*

Spora isolat murni dicuplik dari agar miring dengan menggunakan jarum ose lalu diinokulasikan pada titik tengah cawan petri yang berisi media PDA steril yang telah memadat. Setelah itu diinkubasi selama 3 hari dalam inkubator suhu 27°C. Pengamatan dilakukan setiap 24 jam sekali dan dilakukan penghitungan panjang jari-jari pertumbuhan *Monascus* dihitung dari titik tengah cawan petri.

Produksi Pigmen *Monascus*

Sebanyak 100 g beras (beras putih, beras merah, beras hitam, dan beras coklat) dicuci bersih dikukus sekitar 20 menit. Setelah itu didinginkan dalam nampan lalu dicampurkan dengan isolat angkak yang sudah dibiakan di medium PDA agar. Kemudian inkubasi di suhu ruang dengan penerangan lampu selama 3 hari sampai mengering dan ditumbuhi *Monascus*. Setelah beras ditumbuhi *Monascus* secara merata lalu dilakukan pemisahan antara substrat dan pigmen secara manual.

Ekstraksi Pigmen

Masing-masing isolat ditimbang serbuk angkaknya seberat 0,1 g. Serbuk tersebut kemudian masing-masing dilarutkan dalam 4 pelarut secara terpisah yakni; eter, metanol, klorofom, dan heksan dengan volume 5 mL. Campuran tersebut dihomogenkan dengan menggunakan vortex sekitar 1 menit, kemudian dimaserasi

selama 30 menit, lalu disentrifugasi pada kecepatan 4.000 rpm selama 5 menit. Supernatan dipisahkan dengan pelet. Supernatan yang dihasilkan adalah ekstrak pigmen *Monascus* yang selanjutnya menjadi bahan untuk di analisis. Semua prosedur dilakukan di ruangan yang redup cahaya dan akan baik jika menggunakan cahaya merah.

Analisis Pigmen

Analisis pigmen dengan KLT dilakukan dengan pemekatan 1 mL supernatan dengan cara diuapkan dengan udara panas. Supernatan yang sudah pekat kemudian ditotolkan pada plat KLT dengan pipa kapiler. KLT kemudian dicelupkan dalam larutan yang berisi eluen (1:1:1:1); heksana, methanol, eter, dan kloroform, lalu dihitung RF-nya berdasar fraksi pigmen yang terbentuk.

Analisa pigmen dengan spektrofotometer dilakukan dengan melarutkan sampel sebanyak 3 mL dari masing-masing pelarut kemudian diukur dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 400-500 nm. Hasil pemindaian kemudian diolah dengan program OriginLab ver 2022 untuk dilihat pola spektra dan serapan optimalnya. Data serapan optimal diverifikasi dengan studi pustaka.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Isolat *Monascus* yang dicuplik dari nasi *aking* ditunjukkan pada gambar 1. Untuk mendapatkan isolat yang baik, perlu diuji

pertumbuhannya pada medium PDA. Hasil uji pertumbuhan *Monascus* ditunjukkan pada tabel 1. Terdapat 10 sampel isolat yang diuji, dan hasilnya pada hari pertama rerata panjang jari-jari pertumbuhan sekitar 2,52

cm. Pada hari ke-2 rerata pertumbuhan mencapai 4,25 dan pada hari ke-3 pertumbuhannya mencapai 4,5 cm. Semua sampel memiliki kecepatan pertumbuhan yang sama dan relatif seragam.

Tabel 1. Pertumbuhan isolat Miselium *Monascus* sp

Sampel	Panjang Diameter (cm) hari ke-		
	1	2	3
1	2	4,5	4,5
2	2,5	4	4,5
3	2,4	4	4,5
4	2,5	4,3	4,5
5	2,9	4,2	4,5
6	2,7	4	4,5
7	2,8	4,5	4,5
8	2,6	4,2	4,5
9	2,5	4,3	4,5
10	2,3	4,5	4,5

Pada penelitian ini digunakan nasi *aking* atau nasi yang dijemur di bawah terik sinar matahari selama ± 3 hari yang secara alami ditumbuhi *Monascus* atau jamur angkak. Spora *Monascus* yang melayang di udara dapat hingga di media. Munculnya jamur ditandai dengan warna kuning atau oranye yang kemudian akan menyebar di permukaan nasi.

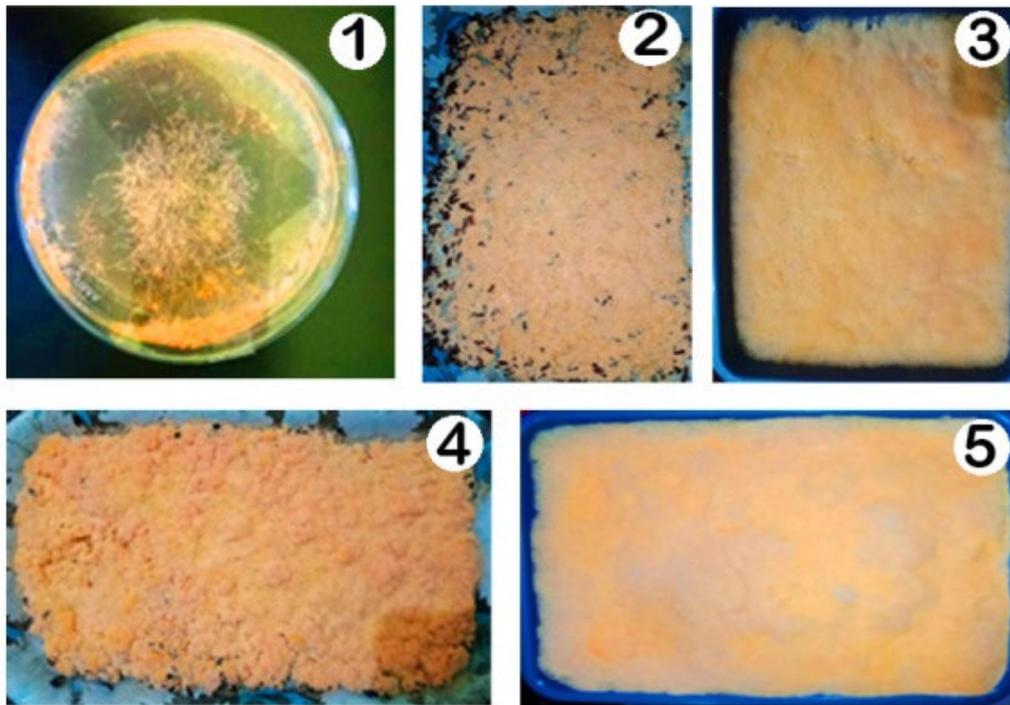
Untuk mendapatkan isolat murni *Monascus*, maka jamur angkak pada nasi tersebut dicuplik dengan menggunakan jarum ose lalu digoreskan pada medium *potato dextrose agar* (PDA), karena PDA mendukung untuk pertumbuhan jamur

karena memiliki pH yang rendah. Pada medium PDA, jamur angkak akan tumbuh pada hari ke 2 dan semakin melebar pertumbuhannya pada hari ke 3. Awal pertumbuhan jamur *Monascus* diawali dengan adanya miselium yang berwarna putih. Miselium akan keluar hifa dan akan muncul spora angkak berwarna kuning (Gambar 1). Pertumbuhan jamur angkak dapat mulai terlihat pada hari pertama hingga hari ke-3, dapat dilihat pada (Tabel 1). Pada hari ke-3 pertumbuhan spora sudah menyebar luas hingga ujung cawan petri yang sebelumnya hanya di titik tengah cawan petri.

Spora hasil isolat dipindahkan ke dalam agar miring agar diperoleh kultur murni dari kapang *Monascus*. Spora dari agar miring ini nantinya yang akan digunakan untuk produksi pigmen *Monascus* sebagai *starter* yang dicampurkan dengan beras (beras putih, beras merah, beras hitam, dan beras coklat) yang sudah dikukus hingga matang dan dikeringkan. Inkubasi *Monascus* ditambah dengan penerangan lampu hingga jamur *Monascus* tumbuh di

permukaan nasi ± 3 hari Pigmen *Monascus* dipanen dengan cara dipisahkan antara spora dan medium beras, lalu disimpan di wadah tertutup.

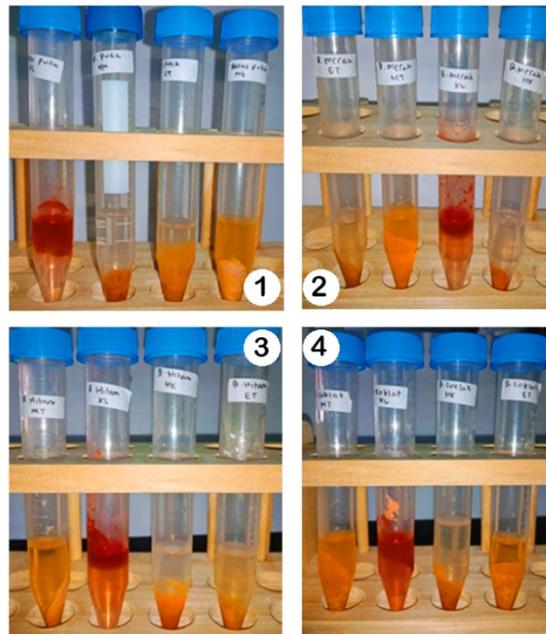
Hasil isolasi dari jamur *Monascus* menunjukkan miselium *Monascus* yang berbentuk bulat, serta hifanya berwarna putih (Gambar 1). Hasil produksi spora dari masing-masing beras yang ditumbuhi *Monascus* dapat dilihat pada (gambar 1).



Gambar 1. Isolat angkak (1), angkak beras merah (2), angkak beras putih (3), angkak beras hitam (4), dan angkak beras coklat (5)

Masing-masing media dapat dimanfaatkan *Monascus* untuk tumbuh, tetapi secara visual memiliki tingkatan warna yang berbeda. Pada media dari beras hitam dan merah memiliki pigmentasi yang lebih kuat dibanding beras putih dan coklat.

Hasil ekstraksi dilihat pada gambar 2. Dalam penelitian ini dilakukan ekstraksi terhadap sampel pigmen beras merah, beras putih, beras coklat, dan beras hitam menggunakan 4 pelarut yaitu metanol, klorofom, eter, dan heksan. Tingkat kelarutan pigmen tertinggi adalah pada



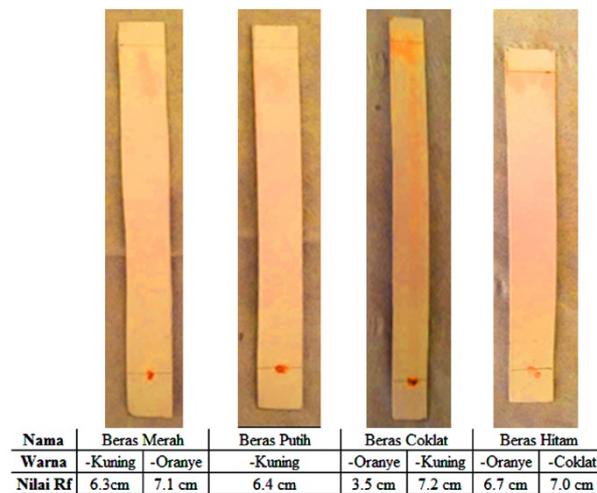
Gambar 2. Hasil ekstrak pigmen beras putih (1), ekstrak pigmen beras merah (2), ekstrak pigmen beras hitam (3), dan ekstrak pigmen beras coklat (4).

pelarut metanol, karena metanol merupakan pelarut semi polar/universal. Berbeda dengan heksan, klorofom, dan eter yang non polar.

Pada hasil ekstraksi pigmen angkak pada beras coklat, beras hitam, beras merah, maupun beras putih dapat larut di dalam pelarut metanol serta menghasilkan supernatan berwarna kuning. Sedangkan pada pelarut klorofom menghasilkan pelet berwarna merah tetapi terfraksi menjadi lapisan warna. Pada pelarut heksan supernatan berwarna putih, dan pada pelarut

eter supernatan berwarna sedikit kuning dan terfraksi.

Pada penelitian ini analisis KLT pada ekstrak dilakukan dengan menotolkannya pada plat KLT yang dielusikan dengan fase gerak metanol, klorofom, eter, dan, heksan dengan perbandingan 1:1:1:1. Hasil yang didapatkan kemudian dihitung nilai RF-nya (*Retention Factor*) (Gambar 3). Fragmentasi pigmen (*spot* warna) adalah pigmen tunggal yang telah terpisah (Astriany et al., 2013).



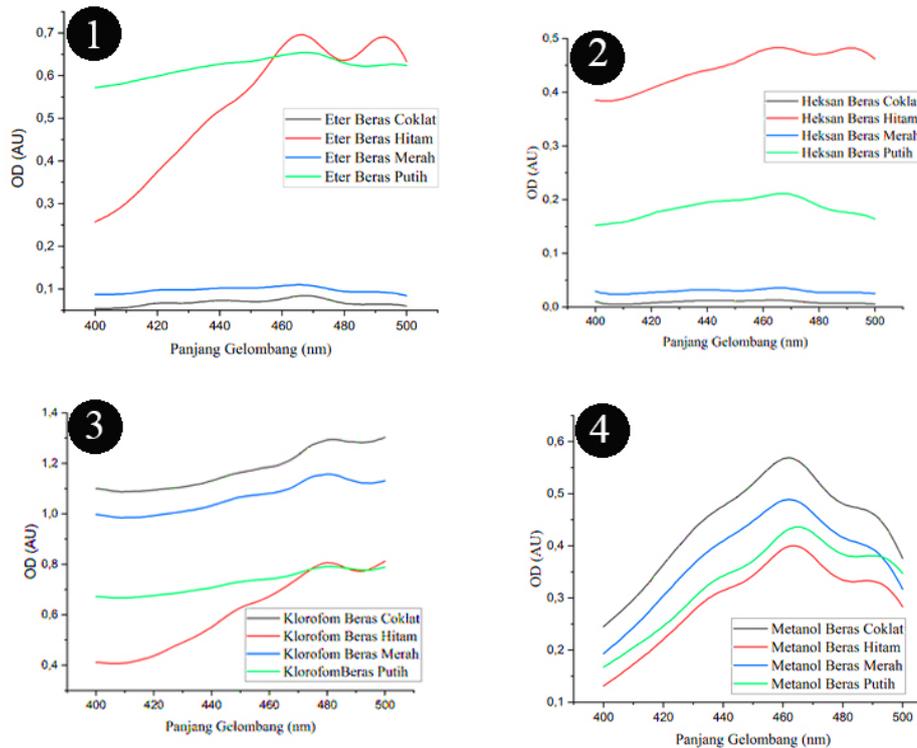
Gambar 3. KLT pigmen *Monascus* pada berbagai jenis beras

Terdapat tiga jenis pigmen yang terfraksi dengan menggunakan KLT, didasarkan dari studi pustaka, pigmen tersebut adalah rubropuktatin dan monaskurubrin (pigmen jingga), ankaflavin dan monascin (pigmen kuning) rubropuktamin dan monaskorubramin (pigmen coklat) (Timotious, 2004). Pada gambar 3, ditunjukkan pigmen kuning pada beras merah, beras putih, dan beras coklat. Pigmen jingga atau oranye terlihat pada beras merah, beras coklat dan beras hitam. Pigmen coklat pada beras hitam.

Analisis menggunakan KLT adalah fraksi komponen kimia berdasarkan prinsip adsorpsi dan partisi yang ditentukan oleh fase diam (adsorben) dan fase gerak (eluen) didasarkan pada berat molekul dari senyawa. Pigmen *Monascus* dapata diketahui jenisnya didasarkan pada berat jenisnya masing-masing. Pigmen yang

dilarutkan dalam berbagai jenis pelarut (polar, semi polar, dan non polar), akan membawa komponen kimia bergerak naik mengikuti fase gerak. Perpindahan senyawa ini dikarenakan adanya daya serap adsorben terhadap komponen-komponen kimia. Besarnya jarak yang berbeda antar senyawa didasarkan tingkat kepolarannya. Pola pergerakan senyawa inilah yang menjadikan pemisahan komponen-komponen kimia di dalam ekstrak atau larutan (Alen *et al.*, 2017).

Hasil ekstraksi setiap sampel per pelarut kemudian dianalisis menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 400 – 500 nm. Hasil pemindaian kemudian diolah dengan program OriginLab ver 2022 untuk dilihat pola spektra dan serapan optimalnya dan disajikan pada gambar 4.



Gambar 4. Analisa Spektrofotometer dengan berbagai pelarut (1.eter; 2.heksan; 3.klorofom; 4.metanol) pada pigmen *Monascus* yang ditumbuhkan pada beberapa jenis beras.

Terdapat perbedaan pola spektra pada masing-masing jenis beras yang pigmen *Monascus*-nya di analisis dengan spektrofotometer. Serapan optimal pada pelarut eter, hanya pada pigmen *Monascus* yang ditumbuhkan pada beras coklat dan putih, begitu juga pada pelarut heksan. Pada pelarut dengan klorofom terjadi serapan optimal pigmen *Monascus* pada keempat jenis beras, tetapi dengan pelarut metanol memiliki pola spektra yang sama. Metanol adalah pelarut yang universal, sehingga sebagian besar pigmen *Monascus* pada keempat jenis beras dapat larut, begitu juga pada pigmen pada beras merah, coklat, dan hitam yang sudah memiliki pigmen alaminya

yakni antosianin (Wanti et al., 2015). Beras hitam memiliki potensi yang baik sebagai media pertumbuhan *Monascus*, karena mampu menghasilkan pigmen monacolin K, citrinin, dan pigmen merah (Pengnoi et al., 2017).

Pelarut jenis metanol adalah yang optimal sebagai pelarut pigmen, dimana Serapan gelombang pada panjang gelombang 364 dan 365 nm untuk pigmen warna kuning, 375 dan 400 nm pigmen warna jingga, 480 dan 500 nm untuk pigmen warna merah (Yuliana & Arianti, 2020). Pada panjang gelombang 400 dan 406 nm adalah untuk warna kunin, 489 nm untuk warna merah mudah, dan warna merah pada

panjang gelombang 500 dan 512 nm (Singgih et al., 2018). Jenis pigmen pada angkak antara lain; pigmen kuning monaskin ($C_{21}H_{26}O_5$), dan ankaflavin ($C_{23}H_{30}O_5$), pigmen merah monaskorubrin ($C_{23}H_{26}O_5$) dan rubropuntatin ($C_{21}H_{22}O_5$), dan monaskorubramin ($C_{23}H_{27}NO_4$) dan rubropuntamin ($C_{21}H_{23}NO_4$) untuk pigmen keunguan (Purwanto, 2011), (Yuliana, 2018) mengatakan, ada 8 jenis zat warna yang dihasilkan oleh *Monascus purpureus*, yaitu rubropunctatin, monascorubrin, monascin, ankaflavin, rubropunctamine, monascorubramine, xanthomonasinA dan xanthomonasinB.

Pigmen *Monascus*

Pigmen *Monascus* memiliki karakteristik, tergantung dari jamur, substrat, dan habitat. Dari keempat jenis beras yang digunakan dengan menggunakan isolat yang sama dan perlakuan lingkungan yang sama, menghasilkan jumlah pigmen yang berbeda-beda secara kualitatif. Keberadaan sumber carbon dan asam amino akan memengaruhi pertumbuhan dan pembentukan warna (Dikshit & Tallapragada, 2011). Beras menjadi medium atau substrat bagi jamur untuk tumbuh dan bermetabolisme. Dari hasil tersebut, bisa menjadi acuan dalam produksi pigmen *Monascus* yang optimal.

Pertumbuhan dan metabolisme *Monascus* dipengaruhi oleh berbagai faktor

lingkungan antara lain kelembapan, oksigen/aerasi, pH, suhu dan kualitas inokulum. Kelembapan merupakan salah satu faktor penting. Untuk mendapatkan pigmen merah perlu kelembapan yang tinggi. Kelembapan di awal 'fermetasi' sangat penting bagi pigmentasi, karena menentukan peningkatan aktivitas glukoamilase. Kelembapan yang tinggi akan menghasilkan lebih banyak glukosa karena adanya aktivitas enzim tersebut. Glukosa yang dihasilkan, kemudian akan diubah menjadi etanol. Paparan udara atau aerasi juga menentukan pertumbuhan dan metabolisme *Monascus* selama proses pertumbuhan. Produksi metabolit sekunder pada angkak sangat akan didukung dengan kondisi aerasi yang baik. Aerasi diperlukan untuk menjaga persediaan oksigen untuk proses pertumbuhan dan pembentukan metabolit sekunder. Jika oksigen dalam keadaan terbatas atau kondisi anaerob fakultatif, maka terjadi peningkatan produksi dan dampaknya produksi biomassa dan pigmen menurun. Pertumbuhan dan produksi pigmen juga dipengaruhi oleh pH dan suhu. pH yang optimal adalah 6 dan suhunya di kisaran 30 – 35°C. Kualitas isolat atau inokulum *Monascus* juga berpengaruh pada kualitas pigmen yang dihasilkan. Inokulum yang idela adalah inokulum yang banyak mengandung askospora atau askomata (Timotious, 2004).

KESIMPULAN

Monascus dapat tumbuh dan menghasilkan pigmen pada media dari beras putih, beras merah, beras coklat, dan beras hitam. Pigmen *Monascus* dapat diekstraksi dengan pelarut eter, heksan, kloroform, dan yang paling optimal adalah dengan pelarut metanol. Pigmen yang tertinggi didasarkan pada pola spektra adalah pigmen *Monascus* yang ditumbuhkan pada media beras coklat dan beras merah.

DAFTAR PUSTAKA

- Astriany, D., Hamdani, S., & Pamuji, W. (2013). ISOLASI DAN IDENTIFIKASI PIGMEN KAPANG MONASCUS PURPUREUS MUTAN ALBINO. *Indonesian Journal of Pharmaceutical Science and Technology*, 2(3), 1–10.
- Dikshit, R., & Tallapragada, P. (2011). *Monascus purpureus*: A potential source for natural pigment production. *Journal of Microbiology and Biotechnology Research*, 1(4), 164–174.
- Elfryani Purba, Z., Ayu Ekawati, I. G., & Mayun Permana, I. D. G. (2022). Pengaruh Penambahan Angkak Terhadap Karakteristik Sosis Ikan Lele (*clarias gariepinus*) Selama Penyimpanan. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Pangan (ITEPA)*, 11(2), 188. <https://doi.org/10.24843/itepa.2022.v11.i02.p02>
- Fatimah, S., Supriyadi, A., Kusdiyantini, E., & Biologi, 1 Jurusan. (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.
- Irdawati, & Rahmi, H. (2012). Optimasi Jamus *Monascus purpureus* Dalam Memproduksi Pigmen Pada Substrat Tongkol Jagung (*Zea mays*). *Eksakta*, 2, 9–16.
- K.H. Timotious. (2004). Produksi Pigmen Angkak oleh *Monascus*. *Jurnal Teknologi Dan Industri Pangan*, 15(1), 79–86.
- Kaur, B., Chakraborty, D., & Kaur, H. (2012). Production and evaluation of physicochemical properties of red pigment from *Monascus purpureus* MTCC 410. *The Internet Journal of Microbiology*, 7(1), 4–9. <https://doi.org/10.5580/d4a>
- Mahardhika, W. A., Aqlinia, M., Putri, D. A., Effendi, F. S., Maherani, V. F. A., & Listiyowati, S. (2022). *Monascus* sp. Pigment Potency as Simple Preservative in Food Ingredients. *Jurnal Biologi Tropis*, 22(3), 781–786. <https://doi.org/10.29303/jbt.v22i3.3761>
- Mukherjee, G., & Singh, S. K. (2011). Purification and characterization of a new red pigment from *Monascus purpureus* in submerged fermentation. *Process Biochemistry*, 46(1), 188–192. <https://doi.org/10.1016/j.procbio.2010.08.006>
- Panda, B. P., Javed, S., & Ali, M. (2010). Production of angkak through co-culture of *Monascus purpureus* and *Monascus ruber*. *Brazilian Journal of Microbiology*, 41(3), 757–764. <https://doi.org/10.1590/S1517-83822010000300028>
- Pengnoi, P., Mahawan, R., Khanongnuch, C., & Lumyong, S. (2017). Antioxidant properties and production of

- monacolin K, citrinin, and red pigments during solid state fermentation of purple rice (*Oryza sativa*) varieties by *Monascus purpureus*. *Czech Journal of Food Sciences*, 35(1), 32–39. <https://doi.org/10.17221/154/2016-CJFS>
- Purwanto, A. (2011). Produksi Angkak oleh *Monascus Purpureus* dengan Menggunakan Beberapa Varietas Padi yang Berbeda Tingkat Kepulenannya. *Widya Warta No. 01 Tahun XXXV*, 01, 40–56.
- Puspita, D., Putri, I. K., Al-Janati, F. H., & Mulyanto, M. M. (2020). Isolasi, Identifikasi Pigmen, dan Analisis Aktivitas Antioksidan Pigmen *Monascus*. *Jurnal Biologi Papua*, 12(2), 102–108. <https://doi.org/10.31957/jbp.1148>
- Silbir, S., & Goksungur, Y. (2019). Natural red pigment production by *monascus purpureus* in submerged fermentation systems using a food industry waste: Brewer's spent grain. *Foods*, 8(5). <https://doi.org/10.3390/foods8050161>
- Singgih, M., Julianti, E., & Yuliana, A. (2018). Padat dengan Limbah Ampas Kelapa sebagai Substrat dan Uji Aktivitas terhadap *Escherichia coli* dan *Candida albicans* Sekolah Farmasi , Institut Teknologi Bandung Pendahuluan *Monascus purpureus* adalah kapang berfilamen ascomycetes yang dikenal sebagai pen. *Jurnal Farmasi Galenika*, 5(2).
- Srianta, I., Zubaidah, E., Estiasih, T., Luchi, Y., Harijono, & Yamada, M. (2017). Antioxidant activity of pigments derived from *Monascus purpureus* fermented rice, corn, and sorghum. *International Food Research Journal*, 24(3), 1186–1191.
- Tan, H., Xing, Z., Chen, G., Tian, X., & Wu, Z. (2018). Evaluating antitumor and antioxidant activities of yellow *monascus* pigments from *monascus ruber* fermentation. *Molecules*, 23(12). <https://doi.org/10.3390/molecules23123242>
- Wanti, S., Andriani, M. A. ., & Herriyadi, N. (2015). Pengaruh Berbagai Jenis Beras Terhadap Aktivitas Antimikrobia Pada Angkak Oleh *Monascus purpureus*. *Biofarmasi*, 13(1), 1–5. <https://doi.org/10.13057/biofar/f130101>
- Yuliana, A. (2018). ISOLASI ZAT WARNA BARU *Monascus purpureus* DARI HASIL FERMENTASI PADAT DENGAN BERAS SEBAGAI SUBSTRAT. *Journal of Pharmacopolium*, 1(1), 13–22. <https://doi.org/10.36465/jop.v1i1.391>
- Yuliana, A., & Arianti, W. (2020). Pengukuran Zat Warna *Monascus purpureus* Menggunakan LC- MS. *Jurnal Kesehatan Bakti Tunas Husada*, 20(1), 1–10.