

OPTIMASI DAYA ALAT, WAKTU DAN JUMLAH PELARUT PADA PROSES EKSTRAKSI ANTOSIANIN BEKATUL BERAS HITAM (*Oryza sativa* L. indica) MENGGUNAKAN METODE MICROWAVE ASSISTED EXTRACTION (MAE)

Puteri Septi Asyanti, ST ¹⁾, Dr. Ir. Dede Zainal Arief, M.Sc ²⁾, Dr. Yelliantty, S.Si., M.Si ²⁾.

¹⁾ Mahasiswa Pasca Sarjana Magister Teknologi Pangan, ²⁾ Dosen Pembimbing Pasca Sarjana Magister Teknologi Pangan, Fakultas Teknik, Universitas Pasundan, Bandung.

Pasca Sarjana Magister Teknologi Pangan, Fakultas Teknik, Universitas Pasundan, Bandung.

Jalan Sumatera No.41, Babakan Ciamis, Kec. Sumur Bandung, Kota Bandung, Jawa Barat 40117.

<https://pasca.unpas.ac.id/>

ABSTRACT

Black rice bran is a food ingredient with unique health benefits. It contains many active compounds, particularly anthocyanins, natural substances that help protect the body from damage. This study aimed to optimize the extraction process parameters, including microwave power, extraction time, and solvent volume, using the Microwave Assisted Extraction (MAE) method to achieve optimal extract yield, anthocyanin content, color, and pH. The experiment was designed using Response Surface Methodology (RSM) with a Box-Behnken Design. The three independent variables were microwave power (300–600 Watts), extraction time (5–15 minutes), and solvent volume (600–1500 mL), while the observed responses included extract yield, anthocyanin content, color value (L), and pH. The optimization results showed that the best conditions were obtained at 423.436 Watts, 12 minutes, and 600 mL solvent volume, resulting in a yield of 7.95%, anthocyanin content of 416 ppm, an L value of 8.25, and pH of 4.62. Moderate increases in power and extraction time improved the release of anthocyanins, while excessive solvent volume decreased anthocyanin concentration and extract color intensity. The low pH indicates the acidic condition that helps maintain anthocyanin stability. Therefore, MAE proved to be an effective and efficient method for extracting anthocyanins from black rice bran in a relatively short time.

Keywords: *black rice bran, anthocyanin, extraction, microwave assisted extraction, respon surface method, box-behnken design*

Pendahuluan

Antosianin merupakan kelompok senyawa flavonoid yang larut dalam air dan banyak ditemukan pada bagian luar tanaman, seperti kulit buah, biji, dan daun, dengan warna khas mulai dari merah, ungu, hingga biru tergantung pada pH medium. Selain berfungsi sebagai pigmen alami, antosianin juga memiliki berbagai manfaat kesehatan, seperti aktivitas antioksidan yang tinggi, efek antiinflamasi, antikarsinogenik, serta kemampuan dalam melindungi sel dari kerusakan akibat radikal bebas (Khoo, H. E., Azlan, A., Tang, S. T., & Lim, 2017). Karena sifat fungsional tersebut, antosianin banyak dimanfaatkan dalam

industri pangan dan farmasi sebagai zat pewarna alami yang sekaligus memiliki nilai tambah dari segi kesehatan. Saat ini, industri makanan dan minuman masih banyak menggunakan zat warna sintesis untuk meningkatkan daya tarik produk. Namun, sejumlah penelitian menunjukkan bahwa beberapa jenis zat warna sintesis, seperti tartrazin, sunset yellow, dan eritrosin, berpotensi menimbulkan dampak negatif terhadap kesehatan manusia, antara lain gangguan perilaku pada anak, reaksi alergi, hingga risiko karsinogenik dalam jangka panjang (Tripathi, M., & Mishra, 2019). Oleh karena itu, penggunaan zat warna alami seperti antosianin menjadi alternatif yang lebih aman dan ramah lingkungan. Pemanfaatan pewarna alami tidak hanya mendukung tren konsumen yang mengarah pada produk sehat dan alami, tetapi juga berkontribusi dalam mengurangi paparan bahan kimia sintesis yang bersifat toksik.

Beras, yang secara ilmiah dikenal sebagai *Oryza sativa*, adalah biji-bijian yang sangat penting yang dimakan orang di banyak bagian dunia, terutama di Asia. Ketika beras diproses untuk membuatnya siap untuk dimakan, sekitar 70 persennya menjadi produk utama, yaitu endosperma. Sisa beras diubah menjadi berbagai produk sampingan, seperti sekam, yang jumlahnya sekitar 20 persen, dan dedak padi, yang jumlahnya antara 8 dan 10 persen (Chen M.H., Choi S.H., Kozukue N., Kim H.J., 2012). Meskipun produk sampingan ini sebagian besar digunakan sebagai makanan untuk hewan, mereka memiliki banyak bagian yang berguna dan sehat di dalamnya. Studi menunjukkan bahwa dedak padi memiliki banyak bahan kimia bermanfaat, termasuk tokoferol, tokotrienol, oryzanol (Chen, M.H. dan Bergman, 2005), antioksidan fenolik dan β -karoten (Chanphrom, 2007).

Bekatul padi hitam merupakan produk sampingan yang dihasilkan dari penggilingan padi hitam. Dedak ini dapat diekstraksi karena setiap butir padi mengandung 8% dedak, dan dedak ini mengandung antosianin yang tinggi, yaitu 1,89% dari total berat basah dedak (Mahkamah, 2004). Bekatul beras hitam adalah sejenis serat yang biasanya dihilangkan selama proses pembuatan beras. Zat dan senyawa aktif yang terkandung dalam bekatul beras hitam telah diteliti. Salah satu komponen penting dari bekatul beras hitam adalah antosianin, pewarna alami yang termasuk dalam kelompok besar senyawa yang larut dalam air yang disebut flavonoid. Senyawa inilah yang memberi warna merah, ungu, dan biru pada tanaman (Zhang, 2010). Di antara beras putih, merah, dan hitam, bekatul beras hitam mengandung antosianin paling banyak saat diekstraksi (Widarta, I.W.R., Nocianitri, K.A., dan Sari, 2013).

Antosianin adalah pewarna yang dapat terpengaruh oleh panas tinggi, sehingga lebih mudah terurai selama pemrosesan atau pemasakan. Proses pemanggangan menyebabkan kehilangan antosianin paling banyak, dengan kehilangan sekitar 94%, diikuti pengukusan sebesar 88%, penggorengan sebesar 86%, dan perebusan menyebabkan kehilangan paling sedikit, yaitu 77% (Koh, 2014). Pigmen-pigmen ini bersifat polar, yang berarti dapat bercampur dengan baik dengan cairan polar lainnya (T, 2000).

Ekstraksi pigmen antosianin dari jaringan tanaman juga dapat dilakukan melalui metode ekstraksi. Salah satu metode tersebut adalah Ekstraksi Berbantuan Gelombang Mikro (MAE), yang menggunakan energi gelombang mikro. Metode ini menghasilkan laju ekstraksi yang lebih tinggi dan proses yang lebih singkat serta efisien (Farida, R., & Nisa, 2014). Faktor-faktor yang memengaruhi ekstraksi antosianin meliputi daya gelombang mikro, waktu ekstraksi, dan konsentrasi pelarut (Teng, H., & Lee, 2013). Besarnya daya dan lamanya waktu ekstraksi berperan dalam menentukan jumlah total antosianin

dalam hasil ekstraksi akhir (Purbowati, I. S. M., & Maksum, 2018). Tingkat daya gelombang mikro memengaruhi waktu yang dibutuhkan untuk mengekstrak senyawa. Paparan gelombang mikro yang berlebihan, bahkan pada daya rendah, dapat menurunkan jumlah senyawa aktif yang diekstraksi karena dapat merusak struktur kimianya (Chan, C. F., Yusoff, M., & Chye, 2011).

Faktor-faktor seperti lamanya waktu ekstraksi, jenis pelarut yang digunakan, dan jumlah material dibandingkan dengan pelarut dapat memengaruhi efektivitas ekstraksi (Arroy, A., Rivas, S., & Gómez, 2017). Jumlah material dibandingkan dengan pelarut berperan besar dalam proses ekstraksi. Penggunaan pelarut yang lebih banyak dapat membantu mengekstraksi lebih banyak senyawa (Fitriyanti, R., Emmawati, E., & Yuliantini, 2023). Namun, penggunaan pelarut yang terlalu banyak mungkin kurang efektif dan dapat mengurangi efisiensi keseluruhan proses ekstraksi (Fitriyanti, R., Emmawati, E., & Yuliantini, 2023).

Penggunaan pelarut yang terlalu banyak tidak selalu menghasilkan ekstrak yang lebih banyak. Malahan, hal ini dapat memperburuk dan mengurangi efektivitas proses ekstraksi (Fitriyanti, R., Emmawati, E., & Yuliantini, 2023). Waktu yang dihabiskan untuk ekstraksi juga berperan besar. Waktu yang terlalu lama atau terlalu singkat dapat mengubah komposisi fisik dan kimia bahan yang diekstraksi. Kristanti, Y., Widarta, I. W. R., & Permana (2019) menyatakan bahwa durasi ekstraksi memengaruhi jumlah ekstrak yang terkumpul.

Berdasarkan latar belakang diatas, maka perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui daya alat, waktu ekstraksi, dan jumlah pelarut yang digunakan dalam proses ekstraksi pigmen warna antosianin pada bekatul beras hitam menggunakan metode *microwave assisted extraction*.

Tinjauan Pustaka

Beras Hitam (*Oryza sativa* L. indica)

Beras Hitam merupakan varietas beras rendah lemak yang berpigmen dengan kandungan antosianin yang sangat tinggi di lapisan terluarnya yaitu kulit beras (*bran hull*) (Kushwaha, 2016). Beras hitam dapat dianggap sebagai pangan fungsional karena mengandung zat-zat khusus yang disebut komponen bioaktif, seperti polifenol, flavonoid, asam fitat, dan γ -orhizanol.

Bekatul Beras Hitam dan Kandungan Bioaktifnya

Bekatul adalah sisa beras setelah digiling. Bagian ini merupakan bagian dari bulir beras yang dihilangkan selama proses penggilingan (Thahir, 2010). Bagian ini mengandung asam amino penting seperti triptofan, histidin, sistein, dan arginin.

Pewarna Makanan, Jenis dan Sumbernya

Bahan tambahan makanan, juga disebut BTP, adalah sesuatu yang ditambahkan ke makanan untuk mengubah tampilan, rasa, atau fungsinya (BPOM, 2018). Salah satu jenis bahan tambahan pangan adalah pewarna. Pewarna merupakan bahan tambahan pangan yang ketika digunakan dalam makanan atau minuman dapat memperbaiki warna. Pewarna tersebut dapat berbentuk cairan (*liquid*), bubuk (*powder*), gel atau pasta. Pewarna yang biasa digunakan pada produk pangan yaitu pewarna alami atau pewarna sintetis (Astawan, 2009).

Antosianin

Salah satu senyawa yang dapat digunakan sebagai pewarna alami adalah antosianin. Senyawa ini merupakan bagian dari kelompok flavonoid dan ditemukan dalam bunga, daun, umbi, buah, dan sayuran. Antosianin dapat memberikan warna seperti merah, ungu, dan biru pada makanan dan minuman. Antosianin larut dalam air dan aman dikonsumsi, sehingga sering digunakan sebagai pewarna alami dalam makanan dan minuman (Armanzah, R. S., & Hendrawati, 2016).

Metodologi Penelitian

Bahan-bahan

1. Bahan – bahan Percobaan

Bahan utama yang digunakan adalah Bekatul Beras Hitam (*Oryza sativa* L.indica) Varietas Cempo Ireng hasil samping penggilingan padi yang dipanen pada umur 6 bulan setelah tanam yang didapat dari limbah produksi Gasol Pertanian Organik, Desa Gasol, Kab. Cianjur. Bahan lainnya yaitu quadest dan asam sitrat 3%.

2. Bahan – bahan Analisis

Bahan yang digunakan untuk analisis yaitu buffer pH 1.0 (HCl dan KCl) dan buffer pH 4.5 (CH₃COOH dan CH₃COONa).

Alat-alat

1. Alat Pecobaan

Alat – alat yang digunakan pada proses pembuatan ekstrak antosianin beras hitam yaitu timbangan digital, spatula, botol plastik, gelas kimia, gelas ukur, kertas saring whatman no. 40, labu erlenmeyer, corong kaca, microwave dan rotary evaporator.

2. Alat Analisis

Alat – alat yang digunakan untuk analisis yaitu neraca analitik, pH meter, pipet mikron, spektrofotometer UV-VIS, labu ukur, dan colorimeter.

Metode Penelitian

Penelitian akan dilakukan dengan menggunakan bantuan software *Design Expert*, melalui pendekatan Respon Surface Method dengan metode Box Behnken Design (BBD), menggunakan faktor daya alat, waktu ekstraksi dan jumlah pelarut. Pada penelitian ini ekstraksi dilakukan dengan metode MAE (*Microwave Assisted Extraction*).

Prosedur Penelitian

Tahap I

- 1) Identifikasi Karakteristik Bahan Baku Bekatul Beras Hitam
Dilakukan analisis terhadap bekatul beras hitam untuk mengetahui karakteristik bahan baku, meliputi: kadar air metode gravimetri (AOAC, 2005), nilai pH dengan pH meter (AOAC, 2005), kadar antosianin metode pH differensial dan analisis warna metode hunter Lab (AOAC, 2005).
- 2) Penentuan Batas Atas dan Batas Bawah Nilai Faktor-Faktor Proses
Pengujian dilakukan untuk menentukan batas bawah dan batas atas dari masing-masing faktor. Faktor - faktor yang akan digunakan pada tahap optimasi, yaitu: daya alat (batas atas : 450, 600 dan 700 watt, batas bawah : 100, 200 dan 300 watt), waktu ekstraksi (batas atas : 12, 14 dan 16 menit,

batas bawah : 1, 2 dan 3 menit) dan jumlah pelarut (batas atas : 1500, 1700 dan 1900 ml, batas bawah : 200, 400 dan 600 ml).

Tahap II

Prosedur pembuatan ekstrak antosianin bekatul beras hitam pada penelitian tahap pertama meliputi tahap-tahap sebagai berikut :

1) Penimbangan

Dilakukan penimbangan pada bekatul beras hitam untuk mengukur kebutuhan bekatul yang akan digunakan. Pada proses penimbangan bekatul beras hitam yang akan digunakan yaitu sebesar 100 gram.

2) Ekstraksi

Antosianin diekstraksi dari bekatul beras hitam dengan menggunakan metode Microwave Assisted Extraction (MAE). Proses ekstraksi dilakukan dengan kombinasi perlakuan daya yang digunakan sebesar 300 - 600 watt, waktu 3 - 12 menit dan jumlah pelarut yang digunakan 600 - 1500 ml . Pelarut yang digunakan yaitu methanol yang diasamkan menggunakan asam sitrat 3% sampai pH 4 agar antosianin dapat stabil.

3) Penyaringan

Bekatul beras hitam yang sudah diekstraksi kemudian disaring untuk memisahkan ampas dengan filtrat.

4) Penguapan

Filtrat kemudian diuapkan dengan menggunakan alat rotary evaporator dengan suhu 55°C. Penguapan dilakukan untuk memisahkan filtrat dengan pelarutnya sehingga diperoleh pigmen warna antosianin yang sudah pekat.

5) Pengujian Ekstrak Antosianin

Ekstrak antosianin yang dihasilkan setelah proses evaporasi, dilakukan pengujian berdasarkan parameter kimia dan fisik. Analisis kimia yang dilakukan yaitu uji kadar antosianin metode pH differensial (AOAC, 2005), uji rendemen berdasarkan volume ekstrak (Setyaningsih dkk., 2019) dan nilai pH menggunakan pH meter (AOAC, 2005). Analisis fisik yang dilakukan yaitu analisis zat warna metode hunter Lab (AOAC, 2005).

Analisa dan Pembahasan

Penelitian Tahap I

1. Uji Karakteristik Bekatul Beras Hitam

Tabel 1. Karakteristik Bekatul Beras Hitam

Bahan	Kadar Air (%)	Kadar Antosianin (ppm)	pH	Warna
Bekatul Beras Hitam	4,595	518,87	6,67	L = 34,20 a = 2,46 b = 14,05

Kadar air sebesar 4,595% menunjukkan bahwa bekatul cukup kering. Kadar air yang rendah bermanfaat karena membantu memperpanjang umur simpan bahan dan mengurangi risiko kerusakan akibat pertumbuhan jamur atau aktivitas enzim. Menurut Sulaeman et al. (2005), kadar air bekatul umumnya berkisar antara 5–12%, sehingga kadar air pada penelitian ini masih tergolong baik.

Kadar antosianin mencapai 518,87 ppm, yang menunjukkan bahwa bekatul beras hitam merupakan sumber yang sangat kaya akan antosianin. Antosianin adalah zat warna alami yang juga berfungsi sebagai antioksidan dan

bermanfaat bagi kesehatan. Nilai ini cukup tinggi dan sejalan dengan hasil penelitian Hermawati, Y., Rofieq, A., & Wahyono (2015), yang melaporkan kadar antosianin bekatul beras hitam antara 400–600 ppm. Dengan kadar yang tinggi ini, bekatul beras hitam sangat berpotensi untuk digunakan sebagai bahan baku pembuatan ekstrak antosianin.

Nilai pH 6,67 menunjukkan bahwa bekatul beras hitam bersifat netral hingga sedikit basa. Namun, antosianin lebih stabil dalam kondisi asam (pH rendah). Oleh karena itu, dalam proses ekstraksi nantinya perlu dibuat kondisi yang lebih asam agar antosianin tetap stabil dan tidak mudah rusak (Castañeda Ovando, 2008).

Warna bekatul beras hitam pada penelitian ini ditunjukkan dengan nilai $L = 34,20$, $a = 2,46$, dan $b = 14,05$. Nilai L yang rendah menunjukkan warna bekatul cenderung gelap, yang merupakan ciri khas bahan yang kaya pigmen seperti antosianin. Nilai a yang positif menunjukkan kecenderungan ke arah warna merah, sedangkan nilai b yang positif menunjukkan kecenderungan ke arah kuning. Hasil ini sejalan dengan penelitian Setyaningsih, D., Apriyanton, A., & Budijanto (2019) yang melaporkan warna bekatul beras hitam dengan nilai $L = 34,7$, $a = 2,5$, dan $b = 13,9$. Kemiripan nilai warna ini menunjukkan bahwa karakter visual bekatul beras hitam yang digunakan dalam penelitian ini sesuai dengan bahan serupa pada penelitian sebelumnya, yaitu berwarna ungu gelap kehitaman. Warna tersebut menjadi indikasi bahwa bekatul beras hitam mengandung antosianin dalam jumlah yang tinggi, sesuai dengan tujuan pemanfaatannya sebagai bahan baku sumber pigmen alami dan antioksidan.

2. Pengujian Batas Minimum dan Maksimum

Pengujian batas bawah dan batas atas dilakukan untuk masing-masing faktor guna mengetahui pengaruhnya terhadap kadar antosianin. Berikut data pengujian batas bawah dan batas atas untuk setiap faktor :

Tabel 2. Batas Bawah dan Batas Atas Faktor Penelitian

Faktor	Jenis Pengujian	Range Uji	Kadar Antosianin (ppm)
Jumlah Pelarut	Batas bawah	1a : 200 ml 1b : 400 ml 1c : 600 ml	1a : 130,14 1b : 149,32 1c : 300,31
	Batas atas (Ashita dkk., 2020)	1d : 1500 ml 1e : 1700 ml 1f : 1900 ml	1d : 316,36 1e : 189,44 1f : 180,21
Waktu Ekstraksi	Batas bawah (Pham dkk., 2022)	2a : 1 menit 2b : 2 menit 2c : 3 menit	2a : 91,12 2b : 103,42 2c : 137,54
	Batas atas	2d : 12 menit 2e : 14 menit 2f : 16 menit	2a : 206,88 2b : 179,35 2c : 105,94
Daya Alat	Batas bawah (Pham dkk., 2022)	3a : 100 watt 3b : 200 watt 3c : 300 watt	3a : 128,58 3b : 136,84 3c : 125,81

	Batas atas	3d : 450 watt 3e : 600 watt 3f : 700 watt	3d : 266,4 3e : 365,9 3f : 149,8 (Chithiraikannu, 2020)
--	------------	---	--

Berdasarkan data Tabel 2, didapatkan hasil penelitian sebagai berikut :

1. Faktor Jumlah Pelarut

Jumlah pelarut pada setiap perlakuan volume yang digunakan, menunjukkan pengaruh yang sangat berbeda terhadap kadar antosianin. Hasil pengujian batas bawah menunjukkan bahwa peningkatan volume pelarut dari 200 mL hingga 600 mL menyebabkan peningkatan kadar antosianin secara drastis, dari 130,14 ppm menjadi 300,31 ppm. Hal ini disebabkan oleh semakin tingginya kemampuan pelarut untuk mengekstraksi senyawa antosianin dari bahan. Semakin banyak pelarut yang digunakan, maka gradien konsentrasi antara bahan dan pelarut juga meningkat, sehingga mempercepat proses difusi senyawa aktif ke dalam pelarut. Hasil pengujian batas atas dengan menggunakan pelarut 1500 ml hingga 1900 ml, menyebabkan penurunan kadar antosianin dari 161, 36 ppm menjadi 80, 21 ppm. Hal ini disebabkan oleh efek pengenceran, di mana peningkatan volume pelarut menyebabkan konsentrasi antosianin dalam larutan menurun meskipun jumlah total yang terekstrak tidak berbeda signifikan. Proses ekstraksi yang telah mencapai titik jenuh, menyebabkan penambahan pelarut lebih lanjut tidak lagi meningkatkan efisiensi ekstraksi. Penambahan pelarut yang terlalu banyak juga dapat mengurangi efektivitas penyerapan energi microwave pada metode MAE, yang berdampak pada penurunan efisiensi pemanasan dan pelepasan senyawa aktif. Berdasarkan hasil tersebut, untuk penelitian selanjutnya digunakan jumlah pelarut sebesar 600- 1500 mL, karena merupakan batas bawah dan batas atas yang memberikan kadar antosianin tertinggi.

2. Faktor Waktu Ekstraksi

Waktu ekstraksi pada setiap perlakuan memberikan tren penurunan kadar antosianin seiring bertambahnya waktu. Hasil Pengujian batas atas kadar tertinggi tercatat pada waktu 12 menit yaitu 206,88 ppm, menurun menjadi 179,35 ppm pada 14 menit, dan turun lebih jauh menjadi 105,94 ppm pada 16 menit. Penurunan ini kemungkinan disebabkan oleh degradasi termal antosianin karena pemaparan panas yang terlalu lama selama proses ekstraksi, mengingat antosianin merupakan senyawa yang relatif tidak stabil terhadap suhu tinggi. Hasil pengujian batas bawah dengan waktu 1 – 3 menit mengalami kenaikan kadar antosianin dari 91,12 ppm sampai 137,54 ppm. Berdasarkan hasil penelitian ini, waktu yang digunakan untuk penelitian selanjutnya yaitu waktu ekstraksi 3 - 12 menit sebagai batas bawah dan batas atas karena menghasilkan kadar antosianin tertinggi.

3. Faktor Daya Alat

Berdasarkan literatur untuk pengujian batas bawah daya alat pada penelitian ekstraksi antosianin kemunting (*Rhodomyrtus tumentosa*) menggunakan metode MAE (pham dkk., 2022), menunjukkan bahwa kadar antosianin tertinggi justru diperoleh pada daya 200 watt yaitu 136,84 ppm. Daya 100 watt menghasilkan kadar 128,58 ppm, sedangkan daya tertinggi 300 watt menghasilkan kadar lebih rendah yaitu 125,81 ppm.

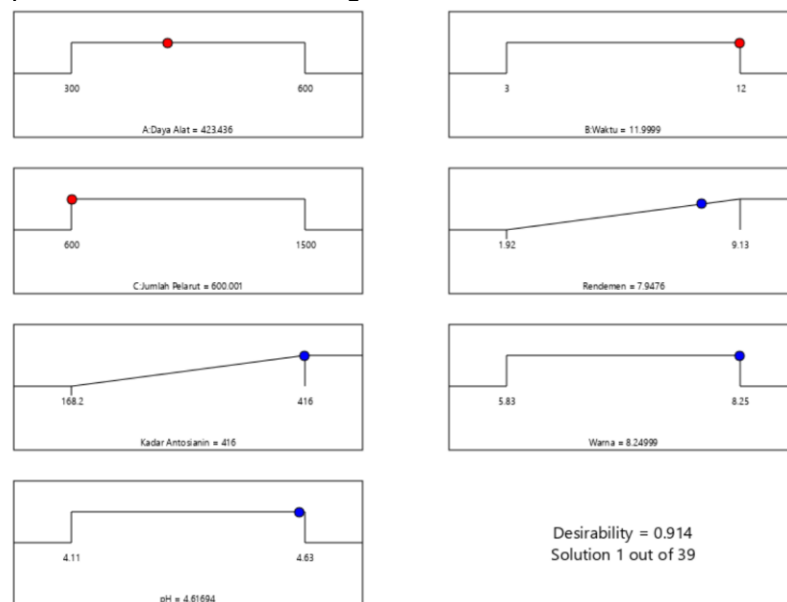
Hasil penelitian yang dilakukan pada bekatul beras hitam dengan daya 450 – 600 watt mengalami kenaikan kadar antosianin dari 266,4 ppm sampai 365,9 ppm. Penelitian Chithiraikannu tahun 2020, ekstraksi kulit bawang merah dengan menggunakan daya 700 watt dihasilkan kadar antosianin sebesar 149,8 ppm. Hal ini menunjukkan bahwa daya kenaikan daya memberikan pengaruh nyata pada kenaikan kadar antosianin, dan mengalami penurunan jika melampaui titik optimalnya. Penelitian tetap menggunakan batas bawah dengan daya 300 watt dan batas atas atas dengan daya 600 watt dengan pertimbangan sebagai berikut:

1. Keterbatasan alat: Alat yang tersedia di laboratorium hanya memungkinkan pengaturan daya untuk batas bawah pada level 300 watt.
2. Jenis pelarut: Penelitian dilakukan menggunakan aquadest sebagai pelarut, sedangkan pada literatur pelarut yang digunakan adalah etanol dan metanol. Aquadest memiliki titik didih yang lebih tinggi dan membutuhkan daya lebih besar untuk mencapai efisiensi ekstraksi yang memadai dibandingkan etanol.

Oleh karena itu, meskipun kadar antosianin pada daya 300 watt lebih rendah dari kadar antosianin dengan daya 200 watt, penggunaan daya 300 watt tetap relevan dan mendukung kelarutan senyawa aktif dalam sistem pelarut aquadest.

Penelitian Tahap II

1. Hasil Optimasi Metode RSM Dengan Desain *Box Behnken*



Gambar 1. Hasil Optimasi Metode RSM Dengan Desain *Box Behnken*

Berdasarkan gambar 2, yang merupakan hasil dari proses optimasi menggunakan metode *Response Surface Methodology* (RSM) dengan desain *Box-Behnken*. Pemilihan daya alat (watt) di kisaran 423 Watt memberikan keseimbangan yang baik antara kecepatan pemanasan dan kestabilan ekstrak. Daya yang terlalu tinggi berpotensi merusak senyawa bioaktif, sedangkan daya yang terlalu rendah dapat menghasilkan rendemen yang kecil. Jumlah atau volume pelarut yang lebih rendah (sekitar 600 mL) efektif meningkatkan

konsentrasi antosianin pada ekstrak. Waktu ekstraksi hasilnya hampir mencapai maksimum (sekitar 12 menit) menunjukkan bahwa waktu paparan yang lebih lama penting untuk memaksimalkan pelepasan senyawa bioaktif, namun tetap harus dikontrol agar tidak terjadi degradasi termal.

Dengan desirability yang didapat sebesar 0,914, disimpulkan kondisi ini dipandang sangat ideal untuk memperoleh hasil ekstraksi dengan kualitas tinggi baik dari segi kuantitas (rendemen) maupun kualitas (kadar antosianin, warna, dan pH). Skala desirability berkisar antara 0 hingga 1, di mana nilai mendekati 1 menunjukkan kondisi sangat ideal.

Kondisi optimal dari masing-masing variabel proses adalah sebagai berikut:

Tabel 3. Kondisi Optimal Variabel Proses

Faktor	Nilai Optimal
A: Daya Alat	423.436 Watt
B: Waktu	11,999 menit
C: Jumlah Pelarut	600,001 mL

Tabel 4. Nilai Respon pada Kondisi Optimal

Respon	Nilai
Rendemen (%)	7,95
Kadar Antosianin (ppm)	415,9
Warna	8,24
pH	4,62

Optimasi kondisi proses ekstraksi antosianin dari bekatul beras hitam menggunakan metode *Microwave Assisted Extraction* (MAE) telah berhasil dilakukan dengan pendekatan *Response Surface Methodology* (RSM) menggunakan desain *Box-Behnken*. Hasil optimasi ditunjukkan pada Tabel 9 dan Tabel 10, yang memperlihatkan kombinasi variabel proses optimum serta nilai respon yang dihasilkan pada kondisi tersebut.

Berdasarkan pada Tabel 9, kondisi optimal ekstraksi diperoleh pada daya alat sebesar 423,436 Watt, waktu ekstraksi selama 11,999 menit, dan jumlah pelarut sebanyak 600,001 mL. Daya alat yang cukup tinggi menunjukkan bahwa energi panas yang besar diperlukan untuk membantu proses pelepasan antosianin dari sel bekatul. Sementara itu, waktu ekstraksi yang relatif singkat menunjukkan keunggulan metode MAE, karena mampu mengekstrak senyawa aktif dengan cepat. Jumlah pelarut yang optimal berada di angka paling rendah dari rentang yang digunakan, yaitu sekitar 600 mL. Ini menunjukkan bahwa penggunaan pelarut dalam jumlah kecil sudah cukup untuk mengekstraksi antosianin secara efektif.

Berdasarkan pada Tabel 10, nilai respon yang diperoleh pada kondisi proses ekstraksi optimal (daya : 432.326 watt, waktu : 11,999 menit, jumlah pelarut : 600 ml) menunjukkan hasil yang cukup baik. Rendemen ekstrak yang dihasilkan sebesar 7,95%, menunjukkan bahwa hampir 8% dari bahan baku (bekatul beras hitam) berhasil diubah menjadi ekstrak cair. Nilai ini menunjukkan efisiensi proses yang cukup tinggi, terutama mengingat bahwa bekatul merupakan bahan dengan kandungan serat tinggi dan senyawa aktif yang tersembunyi dalam struktur sel yang kompleks.

Kadar antosianin yang diperoleh sebesar 415,9 ppm, merupakan indikator utama keberhasilan proses ekstraksi. Angka ini menunjukkan bahwa metode MAE efektif dalam melepaskan senyawa antosianin dari jaringan bekatul.

Antosianin adalah senyawa bioaktif yang berperan sebagai antioksidan alami dan memberikan warna ungu gelap pada beras hitam. Kadar ini relatif tinggi jika dibandingkan dengan beberapa hasil ekstraksi antosianin dari bahan nabati lainnya (He & Giusti, 2010), sehingga membuktikan bahwa bekatul beras hitam memiliki potensi besar sebagai sumber senyawa fungsional.

Nilai warna sebesar 8,24 menunjukkan tingkat intensitas warna ekstrak yang tinggi. Hal ini sejalan dengan tingginya kadar antosianin, karena antosianin berkontribusi langsung terhadap warna ungu hingga merah pada ekstrak. Warna juga menjadi parameter penting terutama jika ekstrak ini digunakan dalam produk pangan sebagai pewarna alami.

Nilai pH sebesar 4,62 menunjukkan bahwa ekstrak bersifat asam ringan. Keasaman ini penting karena senyawa antosianin lebih stabil pada kondisi pH rendah. Pada pH asam, struktur antosianin tetap dalam bentuk flavylium yang memberikan warna cerah dan stabil (Castañeda-Ovando et al., 2009). Dengan demikian, pH yang relatif rendah ini mendukung kestabilan antosianin selama penyimpanan maupun aplikasi pada produk pangan.

Secara keseluruhan, respon yang diperoleh pada kondisi optimal menunjukkan bahwa metode MAE yang digunakan tidak hanya efisien dalam hal rendemen, tetapi juga mampu menghasilkan ekstrak dengan kualitas warna dan kandungan senyawa aktif yang tinggi serta kestabilan pH yang sesuai.

Penutup

Berdasarkan hasil analisis menggunakan *software Design Expert*, diperoleh kondisi optimal pada daya alat 423 Watt, jumlah pelarut 600 mL dan waktu ekstraksi 12 menit. Kombinasi perlakuan pada kondisi optimal menghasilkan prediksi respon rendemen sebesar 7,95%, kadar antosianin 415,9 ppm, warna dengan nilai a : 8,25, respon pH 4,62 dan nilai desirability yang diperoleh sebesar 0,914.

DAFTAR PUSTAKA

- Armanzah, R. S., & Hendrawati, T. Y. (2016). Pengaruh waktu maserasi zat antosianin sebagai pewarna alami dari ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas* L.). *Prosiding Semnastek, Universitas Muhammadiyah Jakarta*.
- Arroy, A., Rivas, S., & Gómez, P. (2017). Factors affecting the extraction efficiency of anthocyanins and phenolic compounds from plant matrices: A review. *Food Chemistry*, 224, 86–97.
- Astawan, M. (2009). *Sehat dengan Makanan Alami*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- BPOM. (2018). *Pedoman Penggunaan Bahan Tambahan Pangan Pewarna*. Jakarta: BPOM.
- Castañeda Ovando, et al. (2008). Chemical studies of anthocyanins: A review. *Food Chemistry*, 113(4), 859–871.
- Chan, C. F., Yusoff, M., & Chye, F. Y. (2011). Microwave-assisted extraction of anthocyanins from plant matrices: power effects on yield and stability. *Food Chemistry*, 128(3), 743–751.
- Chanphrom. (2007). *Antioxidants and Antioxidant Activities of Pigmented Rice Varieties and Rice Bran*. Thailand: Faculty of Gratuated Studies, Mahidol University.
- Chen, M.H. dan Bergman, C. . (2005). A Rapid Procedure for Analysing Rice Bran Tocopherol, Tocotrienol and γ -Oryzanol Contents. *Journal Food*

Compos Analysis, 18, 139–151.

- Chen M.H., Choi S.H., Kozukue N., Kim H.J., dan F. M. (2012). Growth-Inhibitory Effects of Pigmented Rice Bran Extracts and Three Red Bran Fractions Against Human Cancer Cells: Relationships with Composition and Antioxidative Activities. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60, 9151–9161.
- Farida, R., & Nisa, F. C. (2014). Ekstraksi antosianin limbah kulit manggis: metode Microwave Assisted Extraction (lama ekstraksi dan rasio bahan : pelarut). *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*, 3(2), 362–373.
- Fitriyanti, R., Emmawati, E., & Yuliantini, A. (2023). Review jurnal efektivitas ekstraksi antosianin dengan berbagai macam pelarut. *Jurnal Health Sains*, 3(7).
- Hermawati, Y., Rofieq, A., & Wahyono, P. (2015). Pengaruh konsentrasi asam sitrat terhadap karakteristik ekstrak antosianin daun jati serta uji stabilitasnya dalam es krim. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Biologi*, 301–308.
- Khoo, H. E., Azlan, A., Tang, S. T., & Lim, S. M. (2017). Anthocyanidins and anthocyanins: colored pigments as food, pharmaceutical ingredients, and the potential health benefits. *Food & Nutrition Research*, 61(1).
- Koh, S. dan. (2014). Effects of Four Different Cooking on Anthocyanins, Total Phenolics, and Antioxidant Activity of Black Rice. *Journal of The Science of Food and Agriculture*, 94(15).
- Kristanti, Y., Widarta, I. W. R., & Permana, I. D. (2019). Pengaruh waktu ekstraksi dan konsentrasi etanol menggunakan Microwave Assisted Extraction (MAE) terhadap aktivitas antioksidan dan rendemen ekstrak rambut jagung (*Zea mays L.*). *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Pangan (ITEPA)*, 8(1), 94–103.
- Kushwaha, U. K. S. (2016). Black rice anthocyanin content increases with increase in altitude of its plantation. *Advances in Plants & Agriculture Research*, 5(1), 469–472.
- Purbowati, I. S. M., & Maksum, A. (2018). . Pengaruh variasi daya dan waktu ekstraksi berbantu gelombang mikro terhadap total fenol dan pH ekstrak bunga rosela (*Hibiscus sabdariffa L.*). *Jurnal Gizi Dan Pangan Soedirman*, 2(2), 16–26.
- Setyaningsih, D., Apriyantono, A., & Budijanto, S. (2019). Pengaruh rasio pelarut dan waktu ekstraksi terhadap rendemen dan kandungan antosianin ekstrak beras hitam. *Jurnal Teknologi Dan Industri Pangan*, 30(1), 74–81.
- T, H. (2000). Ekstraksi dan Stabilitas Zat Pewarna dari Bekatul Beras Ketan Hitam (*Oryza sativa glutinosa*). *Buletin Teknologi Dan Industri Pangan*, 11(1).
- Teng, H., & Lee, W. Y. (2013). Optimization of microwave-assisted extraction of polyphenols from mulberry fruits (*Morus alba L.*) using response surface methodology. *Journal of the Korean Society for Applied Biological Chemistry*, 56(3), 317–324.
- Thahir, R. (2010). Teknologi pengolahan hasil samping penggilingan padi (sekam, bekatul, dan menir). *Makassar: Badan Penelitian Dan Pengembangan Pertanian, Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sulawesi Selatan*.
- Tripathi, M., & Mishra, A. (2019). Studies on the toxicity of synthetic food colors: A review. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*,

10(4), 1707–1713.

Widarta, I.W.R., Nocianitri, K.A., dan Sari, L. P. I. . (2013). Ekstraksi Komponen Bioaktif Bekatul Beras Lokal Dengan Beberapa Jenis Pelarut. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 2, 75–79.

Zhang, M. W. dkk. (2010). Phenolic Profiles and Antioxidant Activity of Black Rice Bran of Different Commercially Available Varieties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58(13), 7580–7587.

