

Pengaruh Suhu Pemanasan Terhadap Aktivitas Antioksidan Selama Proses Pembuatan Beras Analog Dari Tepung Pisang Goroho

Yosua Taroreh¹, Christine Mamuaja^{1*}, Jolanda Lamaega¹, Amanda Koleangan¹, Jenny Kandou¹, Riel Umboh¹

¹Program Studi Teknologi Pangan, Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia.

*e-mail korespondensi: mamuajachristine@unsrat.ac.id

e-mail penulis: tarorehmarvo@gmail.com¹, jolanda.lamaega@unsrat.ac.id¹, amandak@unsrat.ac.id¹, kandoujenny@gmail.com¹, rielumbogh@unsrat.ac.id¹

The Effect of Heating Temperature on Antioxidant Activity During the Production of Analog Rice from Goroho Flour

ABSTRACT

Goroho (*Musa acuminata* sp) is a local variety from North Sulawesi characterized by high starch content and phenolic phytochemical compounds (polyphenols, flavonoids, and tannins) that possess potential antioxidant properties. Analog rice is a processed product developed as a substitute for conventional rice. This study aims to determine the effect of heating (drying) temperature on the antioxidant activity of Goroho during the production of analog rice from Goroho banana flour. The research utilized a Completely Randomized Design (CRD) with four drying temperature treatments: 50°C, 60°C, 70°C, and 80°C, each replicated three times. The observed variables included moisture content, bulk density, and antioxidant activity measured using the DPPH method. The results indicated that drying temperature significantly affected the moisture content, bulk density, and antioxidant activity of the Goroho analog rice. The highest antioxidant activity (indicated by the lowest, IC50) was achieved in treatment 50°C with a value of 65.33, while the lowest activity (highest IC50) was found in treatment 80°C with a value of 84.33. Furthermore, 50°C yielded the highest moisture content (17.33%) and bulk density (0.59 g/ml). Conversely, 80°C resulted in the lowest moisture content (6.66%) and bulk density (0.52 g/ml). Color analysis of the Goroho analog rice ranged from light cream to creamy yellow, with *L** values between 76.7 and 82.2, *a** values between -0.1 and 1.4, and *b** values ranging from 3.5 to 8.8. Conclusion The study concludes that higher drying temperatures in the production of analog rice from Goroho flour lead to a decrease in antioxidant activity.

Keywords: Analog Rice; Goroho; Antioxidant Activity; Drying Temperature

ABSTRAK

Pisang Goroho (*Musa acuminata* sp) merupakan pisang lokal Sulawesi Utara yang mengandung pati tinggi dan memiliki senyawa fitokimia fenolik (polifenol, flavonoid, dan tannin) yang berpotensi sebagai antioksidan. Beras analog merupakan produk olahan yang dikembangkan sebagai alternatif pengganti nasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh suhu

pemanasan (pengeringan) terhadap aktivitas antioksidan Pisang Goroho selama proses pembuatan beras analog dari tepung Pisang Goroho. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan empat perlakuan suhu pengeringan, yaitu 50°C, 60°C, 70°C, dan 80°C, yang masing-masing diulang sebanyak tiga kali. Variabel yang diamati adalah kadar air, densitas kamba, dan aktivitas antioksidan menggunakan metode DPPH. Hasil analisis menunjukkan bahwa suhu pengeringan berpengaruh nyata terhadap kadar air, densitas kamba, dan aktivitas antioksidan beras analog Pisang Goroho. Perlakuan 50°C menghasilkan aktivitas antioksidan, nilai tertinggi (IC₅₀ terendah) diperoleh pada perlakuan 50°C dengan nilai 65,33, sedangkan nilai terendah (IC₅₀ tertinggi) diperoleh pada perlakuan 80°C dengan nilai 84,33. kadar air tertinggi (17,33%) dan densitas kamba tertinggi (0,59 g/ml). Sementara itu, 80°C menghasilkan kadar air terendah (6,66%) dan densitas kamba terendah (0,52 g/ml). Uji warna pada beras analog pisang goroho dengan deskripsi warna krem muda hingga kuning krem dengan nilai L* tertinggi 82,2 dan nilai terendah 76,7, nilai a* terkecil -0,1 dan nilai terbesar 1,4 dan nilai b* sebesar 3,5 hingga 8,8. Semakin tinggi suhu pengeringan menunjukkan penurunan aktivitas antioksidan beras analog dari tepung pisang goroho.

Kata kunci : Beras Analog; Pisang Goroho; Aktivitas Antioksidan; Suhu pengeringan

PENDAHULUAN

Beras merupakan makanan pokok masyarakat Indonesia, sehingga sumber gizi masyarakat sebagian besar hanya berasal dari satu jenis pangan saja yaitu beras. Hal ini tentu berdampak kurang baik karena masyarakat Indonesia hanya bergantung pada satu bahan pokok ini. Padahal Indonesia kaya akan sumber pangan lokal non beras lain seperti jagung, sorgum, ubi kayu, ubi jalar, sagu, pisang dan lain-lain. Pisang goroho cukup terkenal bagi masyarakat Sulawesi Utara karena memiliki nilai manfaat yang tinggi.

Penggunaan pisang goroho pada masyarakat Sulawesi Utara khususnya suku Minahasa sejak jaman nenek moyang dahulu. Pisang Goroho umumnya hanya tumbuh di samping-samping rumah, atau dikebun di pingiran kebun atau larikan tengah kebun. Pisang goroho sering dijadikan pisang goreng, pisang rebus dan kripik. Pisang goroho biasanya disajikan pada saat akan minum kopi/teh pada pagi atau sore hari sebagai cemilan setelah melakukan pekerjaan.

Pisang goroho mengandung senyawa flavonoid, fenolik, tanin, serta vitamin C dan B6 yang berfungsi sebagai antioksidan alami. Pengolahan pisang goroho menjadi tepung dan produk bersumber karbohidrat memberi peluang pengembangan yang lebih bervariasi. Sayangbati et al, (2013). Suryanto et al, (2011), menyatakan bahwa aktivitas antioksidan, buah pisang goroho memiliki potensi sebagai penangkal radikal bebas DPPH. Pada umumnya suhu yang tinggi dapat menyebabkan oksidasi senyawa antioksidan Kartika et al, (2012). Senyawa antioksidan memiliki sifat yang tidak tahan terhadap proses pemanasan suhu tinggi (>100°C) karena dapat menurunkan aktivitas antioksidannya dan bisa merusak struktur kimia senyawa penyusunnya (Reda, 2011; Hihat et al, (2017)).

Hingga saat ini, data ilmiah mengenai optimasi rentang suhu pengeringan (50°C hingga 80°C) yang mampu menjamin mutu fisik beras analog pisang goroho (kadar air, densitas kamba, dan karakteristik warna) tanpa mengorbankan fungsionalitas antioksidannya masih sangat terbatas. Berdasarkan uraian diatas maka penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh suhu

pemanasan terhadap aktivitas antioksidan selama proses pembuatan beras analog dari tepung pisang goroho.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Bahan baku yang digunakan adalah pisang goroho jenis merah umur panen 80-90 hari yang diambil di Desa Tumulung Kec. Kauditan, minyak nabati, CMC (Carboxymethyl Cellulose), bahan kimia yang digunakan dalam penelitian ini antara lain adalah larutan DPPH (1,1-difenil-2-pikrilhidrazil), metanol 95%, dan air suling

Alat yang digunakan adalah oven, cetakan mie, pisau, slicer, baskom, ayakan, grinder, kompor. Spektrofotometer UV-Vis, Vortex, Neraca analitik, blender, gelas ukur, rotary evaporator, pipet volumetric dan mikropipet, tabung reaksi atau kuvet kuarsa, labu ukur 25 ml.

Rancangan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dengan melakukan uji analisis laboratorium dilaksanakan dengan menganalisa pengaruh suhu terhadap aktivitas antioksidan selama proses pembuatan beras analog dari tepung pisang goroho di laboratorium dengan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan suhu pengeringan. Masing-masing perlakuan diulang sebanyak 3 kali.

P1= suhu 50°C

P2= suhu 60°C

P3= suhu 70°C

P4= suhu 80°C

Prosedur Penelitian

1. Pembuatan Tepung Pisang Goroho (Putra *et al*, 2012) yang dimodifikasi

Buah pisang goroho jenis merah dengan umur panen 80-90 hari disortir Kemudian dikupas. Setelah itu diiris tipis-tipis dengan menggunakan slicer. Irisan pisang selanjutnya dikeringkan dengan menggunakan alat pengering (oven) pada suhu 60°C selama 5 jam. Setelah kering kepingan pisang dikeluarkan dan dikering anginkan pada suhu ruang dan dihaluskan dengan menggunakan grinder, selanjutnya diayak dengan ayakan 80 *mesh*. Putra *et al*, (2012).

2. Pembuatan Beras Analog (Febriani *et al*, 2023) yang dimodifikasi

Tepung pisang goroho ditimbang sebanyak 200 g kemudian CMC sebanyak 2% dilarutkan dalam air dingin 75 ml dan dipanaskan $\pm 60^{\circ}\text{C}$ sambil diaduk sampai larut. Setelah itu tepung pisang goroho, larutan CMC dan minyak nabati 10% dicampurkan sambil diaduk perlahan sampai adonan menjadi kalis. Kemudian adonan dicetak menggunakan mesin pasta lalu dipotong-potong dengan ukuran kurang lebih menyerupai seperti beras. Dikeringkan dalam oven pengering 50°C, 60°C, 70°C dan 80°C selama 3 jam akan diperoleh beras analog berbasis tepung pisang goroho. Lumba *et al*, (2012).

Metode Analisis

1. Aktivitas antioksidan

Uji aktivitas antioksidan dilakukan dengan menggunakan metode DPPH (1,1-difenil-2-pikrilhidrazil).

1. Persiapan ekstrak sampel beras analog

Timbang ekstrak contoh sebanyak \pm (50-100) g, lalu potong kecil-kecil dan homogenkan menggunakan blender hingga diperoleh massa yang halus dan merata kemudian tambahkan pelarut metanol pro analysis atau campuran etanol: air (80:20,v/v) ke dalam sampel dengan perbandingan 1:5 (misal 100 g sampel dengan 500 ml pelarut). Pelarut dipilih karena efektif mengekstraksi senyawa fenolik dan flavonoid yang bersifat antioksidan dari bahan pangan. Lakukan proses maserasi (perendaman) selama 24 jam pada suhu ruang, sambil sesekali dikocok agar senyawa aktif larut dengan baik. Setelah maserasi saring larutan menggunakan kain kasa atau kertas saring whatman no.1 untuk memisahkan ampas padatan dari filtrat (ekstrak cair). Jika diperlukan, konsentrasikan filtrat menggunakan rotary evaporator pada suhu 40-50°C hingga volume ekstrak berkurang dan menjadi lebih pekat. Hal ini bertujuan untuk memudahkan perhitungan dosis konsentrasi saat analisis DPPH dan meningkatkan stabilitas. Simpan ekstrak dalam botol gelap tertutup rapat di dalam lemari pendingin (\pm 4 °C) untuk mencegah degradasi senyawa antioksidan akibat Cahaya dan suhu.

2. Pembuatan serial konsentrasi ekstrak.

Sebelum analisis, buat serial konsentrasi ekstrak (misalnya: 20, 40, 60, 80, 100 ppm) menggunakan pelarut metanol. Serial ini digunakan untuk menghitung nilai % inhibisi dan IC50. Larutkan ekstrak kental dalam metanol untuk membuat larutan stok induk dengan konsentrasi tinggi, misalnya 1000 ppm (1 mg/ml). contoh timbang 100 mg ekstrak – larutkan dalam 100 ml metanol. Siapkan 5 labu ukur, masing-masing untuk konsentrasi 20 ppm, 40 ppm, 60 ppm, 80 ppm, 100 ppm. tambahkan volume metanol yang sesuai ke masing-masing tabung. Vortex atau kocok hingga larutan homogen, simpan larutan pada botol gelap, dan gunakan segera untuk uji DPPH agar stabilitas ekstrak tetap terjaga.

3. Pembuatan larutan DPPH 0,5 mM Dalam 100 ml

Timbang DPPH (BM = 394,32 g/mol) sebanyak \pm 1,97 mg. masukkan serbuk DPPH ke dalam gelas beker kecil atau langsung ke labu ukur 100 ml. tambahkan Sebagian kecil metanol p.a (+50 ml) untuk melarutkan DPPH. Aduk hingga benar-benar larut (gunakan pengaduk kaca atau magnetic stirrer jika perlu). Jika pelarutan dilakukan di gelas beker, pindahkan larutan ke labu ukur 100 ml menggunakan corong. Bilas gelas beker dengan sedikit metanol dan tuangkan ke dalam labu ukur untuk memastikan semua DPPH terambil. Tambahkan metanol p.a hingga mencapai tanda batas 100 ml pada labu ukur. Simpan larutan dalam botol gelap (amber bottle) dan tempatkan dalam suhu ruang terlindung cahaya atau di dalam lemari pendingin jika tidak segera digunakan. Larutan DPPH tidak stabil terhadap cahaya, hindari paparan cahaya langsung.

4. Pengujian aktivitas antioksidan

Siapkan tabung reaksi atau kuvet untuk setiap konsentrasi ekstrak (misalnya: 20, 40, 60, 80, 100 ppm) pada poin b. tambahkan 10 ml setiap larutan ekstrak ke dalam tabung, tambahkan 2 ml, larutan DPPH 0,5 mm ke dalam setiap tabung. Kontrol DPPH (tanpa ekstrak): 10 ml metanol \pm 2 ml DPPH 0,5 mm untuk mendapatkan nilai absorbansi kontrol. Blanko ekstrak: 10 ml ekstrak \pm 2 ml metanol (tanpa DPPH) – untuk mengoreksi warna asli ekstrak (jika diperlukan). Inkubasi seluruh larutan dalam kondisi gelap (ditutup) selama 30 menit pada suhu ruang, gunakan aluminium foil untuk menutup jika perlu. Setelah inkubasi, ukur absorbansi larutan pada $\lambda = 517$ nm menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Gunakan metanol sebagai blanko alat.

5. Perhitungan % Inhibisi.

$$\% \text{ Inhibisi} = (A_0 - A_S) / A_0 \times 100 \quad (1)$$

Dimana:

A₀ = absorbansi kontrol (DPPH + metanol)

A_s = absorbansi sampel (DPPH + ekstrak)

6. Penentuan Nilai IC₅₀

Nilai IC₅₀ adalah konsentrasi ekstrak antioksidan yang diperlukan untuk menghambat 50% radikal bebas DPPH. Makin kecil nilai IC₅₀, makin tinggi potensi aktivitas antioksidan dari suatu bahan. Analisis pengujian antioksidan metode DPPH dilakukan dengan melihat perubahan warna masing-masing sampel setelah diinkubasi bersama DPPH. Jika semua elektron DPPH berpasangan dengan elektron pada sampel ekstrak maka akan terjadi perubahan warna sampel dimulai dari ungu tua hingga kuning terang. Kemudian sampel diukur nilai absorbansinya menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 517 nm. Selanjutnya buat grafik dengan sumbu X = konsentrasi ekstrak (ppm) dan sumbu y = % inhibisi (hasil perhitungan poin e). tentukan persamaan garis linear: $y = ax + b$

Dimana: y = % inhibisi

x = konsentrasi ekstrak (ppm)

a = slope

b = intercept

untuk mencari IC₅₀, substitusi y = 50 (karena kita ingin tahu konsentrasi yang menghasilkan 50% inhibisi). Jika data tidak linear, gunakan kurva sigmoid atau fitting log-logistic untuk estimasi IC₅₀.

2. Warna (Lapasi *et al*, 2017)

Penetapan warna dilakukan menggunakan aplikasi color grab pada handphone. Sampel diukur kemudian diletakkan pada suatu tempat yang dapat terpapar cahaya. Kemudian warna dianalisis dengan menggunakan aplikasi color grab dengan cara membuka aplikasi tersebut handphone dan tekan kamera sampai terfokus pada sampel yang akan dianalisis. Untuk mendapatkan hasil warna yang diinginkan dengan mengkonversi titik koordinat warna pada sampel yang difoto dan catat warna sampel yang terbaca. Pada pengujian warna, penilaian terdiri dari 3 parameter yaitu L* (kecerahan), a* (warna merah-hijau) dan b* (warna kuning-biru).

3. Kadar air (SNI 01-2891-1992)

Kadar air ditentukan dengan menggunakan metode oven pada suhu 105°C. Sampel sejumlah 2 gram ditimbang dan dimasukkan dalam cawan yang telah dikeringkan dan diketahui bobotnya. Kemudian contoh dan cawan dikeringkan dalam oven bersuhu 105°C selama 3 jam, lalu didinginkan dalam desikator selama 15 menit dan ditimbang sampai diperoleh bobot konstan. Kadar air dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{Kadar Air (\%)} = \frac{(B-C)}{(B-A)} \times 100\% \quad (3)$$

Keterangan: W₁ = Berat cawan + sampel (gram);

W₂ = Berat sampel kering setelah dioven (gram);

W₀ = Berat cawan kosong (gram)

4. Densitas kamba

Pengujian densitas kamba dilakukan dengan menyiapkan sampel dan alat timbangan serta gelas ukur 100 ml. timbang berat gelas ukur kosong dan catat volumenya. Selanjutnya sampel

dimasukkan ke dalam gelas ukur hingga mencapai volume 100 ml. permukaan sampel diratakan lalu dipadatkan dengan cara di ketuk-ketuk dengan pelan sebanyak 3 kali. Gelas ukur yang berisi sampel ditimbang dan dicatat beratnya. Data yang telah didapatkan di hitung dengan rumus perhitungan:

$$\text{Densitas kamba (g/ml)} = \text{Berat sampel (g)} / \text{Volume sampel (ml)}$$

5. Analisis data

Data yang didapatkan dari hasil pengamatan akan dilakukan analisis secara statistic dengan menggunakan metode Analysis of Variance (ANOVA). Nilai F hitung lebih besar dari pada F tabel dilanjutkan dengan uji BNT 5%

HASIL DAN PEMBAHASAN

Aktivitas antioksidan

Hasil pengujian aktivitas antioksidan beras analog pisang goroho memiliki nilai rata-rata IC50 65,33 – 84,33 dapat dilihat pada tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Rata-rata Aktivitas Antioksidan Beras Analog Pisang Goroho

Perlakuan	Rata-rata
P1 (50°C suhu pengeringan)	65,33 ^a
P2 (60°C suhu pengeringan)	69,67 ^a
P3 (70°C suhu pengeringan)	76,67 ^b
P4 (80°C suhu pengeringan)	84,33 ^b

BNT 5% = 8,90

*Notasi huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata antar perlakuan

Berdasarkan pada Tabel 1, hasil dari 4 perlakuan suhu pengeringan beras analog pisang goroho (P1, P2, P3, P4) diperoleh perlakuan P1 (50° suhu pengeringan) memiliki nilai rata-rata antioksidan paling tinggi sebesar 65,33 µg/ml dan P4 (80°C suhu pengeringan) memiliki nilai rata-rata antioksidan terendah yaitu 84,33 µg/ml. Hasil analisis sidik ragam beras analog pisang goroho menunjukkan nilai F hitung (9,30) > F tabel (4,066) menunjukkan bahwa suhu pengeringan beras analog pisang goroho berpengaruh nyata pada antioksidan beras analog pisang goroho. Selanjutnya Uji BNT 5% menunjukkan bahwa perlakuan P1 dan P2 berbeda nyata terhadap perlakuan P3 dan P4. Hal ini karena suhu tinggi pengeringan memberikan pengaruh terhadap aktivitas antioksidan yang terdapat dalam pisang goroho, dimana selama proses pengeringan aktivitas antioksidan yang ada dalam beras analog akan semakin menurun seiring dengan tingginya suhu pengeringan.

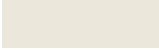



Hasil penelitian menunjukkan semakin tinggi suhu pengeringan maka semakin tinggi nilai IC50. Nilai IC50 yang tinggi menunjukkan kemampuan antioksidan yang rendah, sebaliknya nilai IC50 yang rendah menunjukkan kemampuan antioksidan yang tinggi. Pernyataan tersebut diperkuat oleh penelitian Sari et al, (2011) bahwa semakin tinggi nilai IC50 maka aktivitas antioksidannya semakin rendah. Penelitian yang dilakukan oleh Dewi et al, (2017) menyatakan aktivitas antioksidan akan turun apabila suhu pengeringan terlalu tinggi. Hal ini disebabkan karena suhu pemanasan yang semakin tinggi mengakibatkan senyawa metabolit sekunder yang bertindak

sebagai antioksidan (senyawa flavonoid) menjadi rusak. Hasil penelitian Sayekti et al, (2016) juga menyatakan semakin tinggi suhu pengeringan maka akan semakin rendah aktivitas antioksidannya dan dapat merusak aktivitas antioksidan sampel tersebut.

Uji warna

Warna merupakan salah satu unsur utama yang banyak dilihat oleh konsumen dan menjadi faktor utama dalam penerimaan suatu produk. Berdasarkan data yang didapatkan dari hasil analisa aplikasi Colorgrab dapat dilihat pada tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2. Nilai Uji Warna Beras Analog Pisang Goroho

Suhu pengeringan beras analog	Nilai			Warna	Deskripsi warna
	L*	a*	b*		
P1 (50°C)	82,2	-0,1	+8,8		Krem muda
P2 (60°C)	81,0	+0,4	+3,5		Abu-abu muda
P3 (70°C)	79,0	+0,7	+8,1		Krem pucat
P4 (80°C)	76,7	+1,4	+6,9		Kuning krem

Hasil analisa menunjukkan bahwa warna pada beras analog pisang goroho memiliki nilai L* dengan kisaran rata-rata nilai tertinggi yaitu 82,2 dan terendah dengan nilai 76,7. Nilai L* menunjukkan bahwa tingkat kecerahan hitam (0) dan putih (100). Artinya semakin besar nilai L* maka semakin cerah warna produk yang dihasilkan. Kemudian nilai a* menunjukkan bahwa semakin rendah suhu pemanasan maka semakin meningkat nilai a* dengan nilai terkecil yaitu -0,1 dan nilai terbesar +1,4.

Menurut Rizal *et al*, 2024 adanya panas yang diakibatkan oleh suhu pada proses pengeringan terhadap beras analog mengindikasikan penyebab adanya perubahan warna pada produk beras analog. Nilai kecerahan (L*) beras analog mengalami penurunan setelah diberi perlakuan suhu pengeringan 50°C, 60°C, 70°C, dan 80°C. Semakin tinggi suhu pengeringan terhadap tingkat kecerahan warna beras. pada analisa yang telah dilakukan nilai kecerahan (L*) beras analog pisang goroho diperoleh berkisar 76,7 - 82,2.

Kadar air

Hasil pengujian kadar air beras analog pisang goroho memiliki nilai rata-rata berkisar 6,66 – 17,33 dapat dilihat pada tabel 3 di bawah ini.

Tabel 3. Rata-rata Kadar Air Beras Analog Pisang Goroho

Perlakuan	Rata-rata
P1 (50°C suhu pengeringan)	17,33 ^d
P2 (60°C suhu pengeringan)	11,66 ^c
P3 (70°C suhu pengeringan)	8,67 ^b

P4 (80°C suhu pengeringan) 6,66^a

BNT 5% = 1,09

*Notasi huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata antar perlakuan

Berdasarkan pada Tabel 3, hasil dari 4 perlakuan pengeringan beras analog pisang goroho (P1, P2, P3, P4) diperoleh perlakuan P1 (50°C suhu pengeringan) memiliki nilai rata-rata kadar air paling tinggi sebesar 17,33 dan P4 (80°C suhu pengeringan) memiliki nilai rata-rata kadar air terendah yaitu 6,66. Hasil analisis sidik ragam beras analog pisang goroho menunjukkan nilai F hitung (194,25) > F tabel (4,066) menunjukkan bahwa suhu pengeringan beras analog pisang goroho berpengaruh nyata pada kadar air beras analog pisang goroho. Selanjutnya Uji BNT 5% menunjukkan perbedaan nyata terhadap perlakuan suhu pengeringan (P1, P2, P3, P4).

Hal ini diduga karena suhu tinggi pengeringan memberikan pengaruh terhadap penguapan jumlah kadar air dalam beras analog, dimana selama proses pengeringan kadar air yang ada dalam beras analog akan semakin menurun seiring dengan tingginya suhu pengeringan. Hal ini disebabkan proses pengeringan beras analog sehingga air dalam beras analog menguap secara bertahap tergantung pada tingginya suhu pengeringan. Kadar air rendah pada beras analog memang diharapkan karena dapat menekan laju perkembangan mikroba serta lebih aman disimpan tanpa rusak dan busuk Kaemba et al, (2017).

Hal ini juga sejalan dengan Alfian et al, (2024) mengatakan bahwa Semakin tinggi suhu pengeringan, semakin cepat air menguap dari beras analog sehingga kadar airnya semakin rendah. Laju pengeringan akan meningkat seiring kenaikan suhu hingga mencapai titik di mana kadar air tidak berkurang lagi Hawa et al, (2019). Peningkatan laju pengeringan diawal proses pengeringan beras analog disebabkan oleh terjadinya perbedaan kadar air beras analog dengan udara di ruang pengering yang masih cukup besar Amanto et al, (2015). Selama periode tersebut, terjadi difusi air yang keluar ke permukaan dari dalam bahan yang dikeringkan. Kemudian, tahapan tersebut juga mengalami penguapan air bebas dari permukaan bahan yang terjadi hingga semua air bebas benar-benar menguap Afolabi et al, (2015). Sesuai dengan ketentuan Badan Standardisasi Nasional, SNI Beras (6128:2015), batas atas kadar air pada semua kelas mutu beras adalah 14%. Berdasarkan hasil analisis, rata-rata kadar air pada sampel beras analog P2, P3, dan P4 yang diteliti memenuhi persyaratan kadar air sedangkan P1 tidak memenuhi persyaratan yang ditetapkan dalam standar SNI tersebut.

Densitas kamba

Hasil pengujian densitas kamba beras analog pisang goroho memiliki nilai rata-rata 0,52 – 0,59 g/ml dapat dilihat pada tabel 4 di bawah ini.

Tabel 4. Rata-rata Densitas Kamba Beras Analog Pisang Goroho

Perlakuan	Rata-rata
P1 (50°C suhu pengeringan)	0,59 g/ml ^b
P2 (60°C suhu pengeringan)	0,57 g/ml ^b
P3 (70°C suhu pengeringan)	0,53 g/ml ^a
P4 (80°C suhu pengeringan)	0,52 g/ml ^a

BNT 5% = 0,04

*Notasi huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata antar perlakuan

Berdasarkan pada Tabel 4 hasil dari 4 perlakuan suhu pengeringan beras analog pisang goroho (P1, P2, P3, P4) diperoleh perlakuan P1 (50°C suhu pengeringan) memiliki nilai rata-rata densitas kamba paling tinggi sebesar 0,59 g/ml dan P4 (80°C suhu pengeringan) memiliki nilai rata-rata densitas kamba terendah yaitu 0,52 g/ml. Hasil analisis sidik ragam beras analog pisang goroho menunjukkan nilai F hitung (8,59) > F tabel (4,066) menunjukkan bahwa suhu pengeringan beras analog pisang goroho berpengaruh nyata pada densitas kamba beras analog pisang goroho. Selanjutnya uji BNT 5% menunjukkan bahwa perlakuan P1 dan P2 berbeda nyata terhadap perlakuan P3 dan P4.

Nilai densitas kamba beras analog dipengaruhi oleh ukuran partikel bahan baku yang dipakai, apabila partikel bahan baku memiliki ukuran kecil maka akan membentuk massa bahan dengan kerapatan yang lebih besar yang mengakibatkan pengurangan rongga-rongga antar partikel pada bahan pangan Sede et al, (2015). Semakin tinggi suhu pengeringan yang digunakan akan menyebabkan nilai densitas kamba dari beras analog semakin rendah. Berdasarkan hasil analisa yang telah dilakukan, densitas kamba beras analog pada penelitian ini berkisar antara 0,52–0,59 g/ml. nilai tersebut lebih rendah daripada densitas kamba beras analog hasil penelitian Srihari et al, (2016), yakni sebesar 0,59-0,65 g/ml. Hasil tersebut juga lebih rendah dari nilai densitas kamba beras padi giling, yakni sebesar 0,75 g/ml. Hasil penelitian ini mengindikasikan bahwa porositas beras analog lebih besar karena proses pengeringannya yang mengakibatkan kehilangan air, sehingga membuat beras analog menjadi lebih porus Pudjihastuti et al, (2021).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat disimpulkan bahwa suhu pemanasan terhadap aktivitas antioksidan selama proses pembuatan beras analog dari tepung pisang goroho memberikan pengaruh dengan perolehan aktivitas antioksidan tertinggi pada suhu 50°C dengan nilai 65,33 dan terendah pada suhu 80°C dengan nilai 84,33. Semakin tinggi suhu pemanasan menunjukkan penurunan aktivitas antioksidan beras analog dari tepung pisang goroho

DAFTAR PUSTAKA

- Afolabi, T. J., Tunde-Akintunde, T. Y., dan Adeyanju, J. A. 2015. Mathematical modeling of drying kinetics of untreated and pretreated cocoyam slices. *Journal of Food Science and Technology* 52(5), 2731–2740. <https://doi.org/10.1007/s13197-014-1365-z>
- Alfian N, R., L. C. Hawa., J. Prasetyo. 2024. Karakterisasi Beras Analog Kulit Apel Manalagi (Malus Sylvestris) Pada Variasi Suhu Pengeringan Yang Berbeda. *Jurnal Teknologi Pertanian* 25(3), 235-244.
- Febriani, A. C., C. F. Mamujaja, dan J. C. E. Lamaega. 2023. Pembuatan Beras Analog Berbahan Dasar Tepung Pisang Raja (Musa Paradisiaca L.) Dengan Bahan Pengikat Carboxymethyl Cellulose (CMC).
- Amanto, B. S., Siswanti, S., dan Atmaja, A. 2015. Kinetika pengeringan temu giring (*Curcuma Heyneana Valetton & van Zijp*) menggunakan cabinet dryer dengan perlakuan pendahuluan blanching. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*. 8(2), 107–114. <https://doi.org/10.20961/jthp.v0i0.12900>

- Andi, A. 2014. Pengaruh Penambahan Jahe (*Zingiber officinale Roscoe*) Dengan Level Yang Berbeda Terhadap Kualitas Organoleptik dan Aktivitas Antioksidan Susu Pasteurisasi. Skripsi. Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin Makassar.
- Badan Standarisasi Nasional. 1996. Cara Uji Makanan Dan Minuman. SNI 01-4317-1996. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Dewi, W. K., N. Harun., dan Y. Zalfiatri. 2017. Pemanfaatan Daun Katuk (*Sauropus Adrogynus*) dalam Pembuatan Teh Herbal dengan Variasi Suhu Pengeringan. *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Pertanian*, 4(2), 1-9.
- Hawa, L. C., Ubaidillah., Wibisono, Y. 2019. Proper Model of thin layer drying curve for taro (*Colocasia esculenta* L. Schott) chips. *International Food Research Journal*, 26(1): 209-216.
- Hihat, S. H. Remini., dan K. Madani .2017. Effect of oven and microwave drying on phenolic compounds and antioxidant capacity of coriander leaves. *International Food Research Journal*. 24(2). 503-509.
- Kaemba, A., Suryanto, E., dan Mamuja, C. 2017. Aktivitas Antioksidan Beras Analog Dari Sagu Baruk (*Arenga microcarpha*) dan Ubi Jalar Ungu (*Ipomea batatas* L. Poiret). *CHEMISTRY PROGRESS*, 10(2). <https://doi.org/10.35799/cp.10.2.2017.27748>
- Kartika, D. S., Dyah, H. W., dan Prasetyaningrum, A. 2012. Pengujian kandungan total fenol *Kappahycus alvarezzi* dengan metode ekstraksi ultrasonic dengan suhu dan waktu. *Prosiding SNST*. 1(3) 40-44.
- Lapasi, A. Y., Lengkey, L. C. C. E., dan Sumayku, B. R. 2019. Pengemasan Vakum Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L) Pada Tingkat Kematangan yang Berbeda. *COCOS*. 11(4).
- Lumba. R., C. F. Mamuja, G. S. S. Djarkasi., dan M. F. Sumual. 2012. Kajian pembuatan beras analog berbasis tepung umbi daluga (*Cyrtosperma merkusii* (Hassk) Schott). *COCOS*. 2(1),
- Pudjihastuti, I., Supriyo, E., dan Devara, H. R. 2021. Pengaruh rasio bahan baku tepung komposit (ubi kayu, jagung dan kedelai hitam) pada kuliatas pembuatan beras analog. *Gema Teknologi*. 21(2), 61–67. <https://doi.org/10.14710/gt.v21i2.32923>
- Putra., E. J. N. Nurali., T. Koapaha., L. Luluhan. 2012. Pembuatan Beras Analog Berbasis Tepung Pisang Goroho (*Musa Acuminate*) Dengan Bahan Pengikat *Carboxymethyl Celluloce* (CMC). *COCOS*, 2(4).
- Sari., Rizka F., 2011. Kajian Potensi Senyawa Bioaktif *Spirulina platensis* sebagai Antioksidan. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro. Semarang.
- Sayangbati, F., Nurali, E. J., Mandey, L. M. L., & Lelengboto, M. B, 2013. Karakteristik fisikokimia biskuit berbahan baku tepung pisang goroho (*Musa acuminate*, SP). *COCOS*. 2(1).
- Sayekti, E. D., A. Asngad., dan S. Chalimah. 2016. Aktivitas Antioksidan Teh Kombinasi Daun Katuk Dan Daun Kelor Dengan Variasi Suhu Pengeringan Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Surakarta.

- Sede, V, J., Mamuaja, C, F., dan Djarkasi, G. S. S. 2015. Kajian sifat fisik kimia beras analog pati sagu baruk modifikasi HMT (*Heat Moisture Treatment*) dengan penambahan tepung komposit. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Pangan*, 3(2), 24–35. <https://media.neliti.com/media/publications/98253-ID-none.pdf>
- Srihari, E., Lingganingrum, F, S., Alvina, I., dan Anastasia, A. 2016. Rekayasa beras analog berbahan dasar campuran tepung talas, tepung maizena, dan ubi jalar. *Jurnal Teknik Kimia*. 11, 14–20. https://doi.org/10.33005/jurnal_tekkim.v11i1.824.
- Suryanto, E., L. I. Momuat., M. Taroreh., dan F. Wehantouw. 2011. Potensi Senyawa Polifenol Antioksidan Dari Pisang Goroho (*Musa Sapien Sp.*). *Agritech*, 31(4).