

Ir. Siti Farida, M.P.
Prof. Dr. Elfi Anis Saati, M.P.
Prof. Dr. Ir. Damat, M.P., IPM.
Prof. Dr. Ir. Ahmad Wahyudi, M.Kes., IPU.

litrus.



Potensi

Ubi Jalar Ungu

Analisis Kandungan Antosianin

Potensi

Ubi Jalar Ungu

Analisis Kandungan Antosianin

Ir. Siti Farida, M.P.

Prof. Dr. Elfi Anis Saati, M.P.

Prof. Dr. Ir. Damat, M.P., IPM

Prof. Dr. Ir. Ahmad Wahyudi, M.Kes., IPU

 Penerbit
litrus.

POTENSI UBI JALAR UNGU
Analisis Kandungan Antosianin

Ditulis oleh :

Ir. Siti Farida, M.P.

Prof. Dr. Elfi Anis Saati, M.P.

Prof. Dr. Ir. Damat, M.P., IPM.

Prof. Dr. Ir. Ahmad Wahyudi, M.Kes., IPU.

Diterbitkan, dicetak, dan didistribusikan oleh

PT. Literasi Nusantara Abadi Grup

Perumahan Puncak Joyo Agung Residence Kav. B11 Merjosari

Kecamatan Lowokwaru Kota Malang 65144

Telp : +6285887254603, +6285841411519

Email: literasinusantaraofficial@gmail.com

Web: www.penerbitlitnus.co.id

Anggota IKAPI No. 340/JTI/2022



Hak Cipta dilindungi oleh undang-undang. Dilarang mengutip atau memperbanyak baik sebagian ataupun keseluruhan isi buku dengan cara apa pun tanpa izin tertulis dari penerbit.

Cetakan I, Januari 2024

Perancang sampul: Hasanuddin

Penata letak: Noufal Fahriza

ISBN : 978-623-114-436-2

vi + 110 hlm. ; 15,5x23 cm.

©Januari 2024

PRAKATA

Di dalam lembaran pengetahuan ini, kita akan menggali lebih dalam tentang potensi ubi jalar ungu dan analisis kandungan *antosianin*. Buku ini merupakan eksplorasi mendalam terhadap salah satu tanaman yang mungkin belum sepenuhnya diakui keberagaman manfaatnya, yakni ubi jalar ungu. Sebagai salah satu sumber pangan yang kaya nutrisi, ubi jalar ungu telah lama menjadi bagian penting dari pola makan di berbagai belahan dunia. Namun, dalam buku ini, kita tidak hanya akan menjelajahi keberagaman rasa dan kegunaan ubi jalar ungu, tetapi juga akan membahas elemen kunci yang menjadikannya begitu istimewa yaitu *antosianin*.

Antosianin, senyawa pigmen alami yang memberikan warna ungu pada ubi jalar, ternyata memiliki potensi luar biasa untuk kesehatan manusia. Buku ini akan membimbing Anda melalui perjalanan ilmiah yang mendalam, menguraikan secara komprehensif kandungan *antosianin* dalam ubi jalar ungu dan dampaknya terhadap kesehatan. Pengamatan terkini menunjukkan bahwa *antosianin* dapat berkontribusi positif terhadap berbagai aspek kesehatan, mulai dari meningkatkan daya tahan tubuh hingga melindungi sel-sel dari radikal bebas.

Penulis meyakini bahwa informasi yang diberikan dalam buku ini dapat menjadi panduan berharga bagi para pembaca yang ingin lebih memahami manfaat kesehatan yang terkandung dalam ubi jalar ungu. Dengan merinci analisis kandungan *antosianin*, kita dapat

membuka wawasan baru tentang bagaimana tanaman sederhana ini dapat memberikan kontribusi besar terhadap upaya menjaga kesehatan dan keseimbangan nutrisi dalam kehidupan sehari-hari.

DAFTAR ISI

Prakata	iii
Daftar Isi	v

BAB I **PRAWACANA 1**

Kandungan Kimia pada Ubi Jalar Ungu dan Pengolahannya 1

BAB II **TANAMAN UBI JALAR UNGU..... 11**

Mengenal Ubi Jalar Ungu.....	11
Karakteristik Ubi Jalar Ungu	14
Kandungan Gizi Ubi Jalar Ungu	17
Jenis-Jenis Ubi Jalar Ungu.....	20

BAB III **FUNGSI FISILOGI UBI JALAR 33**

Aktifitas Antioksidan.....	33
Aktivitas Hypoglisemik.....	34
Aktivitas Antikanker.....	35
Antiobesitas.....	36
Hepatotektor	38

BAB IV	
PIGMENTAN TANAMAN.....	41
Definisi Pigmen	41
Kandungan Pigmen	43
Pengelompokan Pigmen.....	43
BAB V	
MENGENAL ANTOSIANIN	47
Struktur Antosianin	47
Fungsi dan Pemanfaatan Antosianin	53
Biosintesis Antosianin	57
Sumber dan Kandungan Antosianin.....	59
Antosianin Ubi Jalar Ungu.....	59
BAB VI	
ANALISIS PENGUJIAN KANDUNGAN ZAT	
KIMIA PADA TANAMAN UBI JALAR UNGU ..	65
Komposisi Kimia Ubi Jalar Ungu	65
Kandungan Total Pigmen Antosianin Ubi Jalar Ungu	68
Aktivitas Antioksidan Ubi Jalar Ungu.....	70
Pengamatan Warna Tepung Ubi Jalar Ungu	72
Identifikasi Jenis Antosianin Ubi Jalar Ungu	74
Penguji Penggunaan Tepung Ubi Jalar Ungu Kultivar	
Antin 3 dalam Pembuatan Puding sebagai Pangan	
Fungsional	80
Penguji Potensi Antosianin sebagai Hepatoprotektor	82
BAB VII	
KONKLUSI KAJIAN.....	85
Daftar Pustaka	87
Glosarium.....	105
Biografi Penulis.....	109



BAB I

PRAWACANA

Kandungan Kimia pada Ubi Jalar Ungu dan Pengolahannya

Ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas L.*) telah menjadi sorotan dalam penelitian pertanian dan pangan karena keberagaman kandungan kimianya yang berpotensi memberikan kontribusi besar pada kesehatan manusia dan inovasi di industri pangan. Ubi jalar ungu, selain menjadi sumber karbohidrat yang penting, juga dikenal kaya akan senyawa-senyawa kimia tertentu yang memberikan warna ungu pada umbinya.

Kandungan kimia pada ubi jalar ungu mencakup berbagai komponen, termasuk pigmen seperti *antosianin*, senyawa *fenolik*, vitamin, mineral, serat, dan *karotenoid*. Kombinasi kandungan tersebut memberikan nilai tambah pada ubi jalar ungu, tidak hanya dari segi nutrisi, tetapi juga dalam konteks inovasi pengolahan pangan.

Pengamatan mengenai kandungan kimia pada ubi jalar ungu telah menjadi area yang semakin berkembang, terutama dalam memahami peran senyawa-senyawa tersebut dalam mendukung kesehatan manusia. *Antosianin*, sebagai pigmen utama yang memberikan warna

ungu pada ubi jalar, memiliki sifat antioksidan yang dapat melawan radikal bebas dan memperkuat pertahanan tubuh.

Pengolahan ubi jalar ungu juga menjadi aspek penting dalam pemanfaatan kandungan kimianya. Proses pengolahan seperti pemanggangan, penggorengan, atau perebusan dapat memengaruhi stabilitas dan ketersediaan senyawa-senyawa kimia tersebut. Pemahaman mendalam tentang pengaruh berbagai metode pengolahan terhadap kandungan kimia pada ubi jalar ungu menjadi kunci untuk menghasilkan produk pangan yang sehat dan lezat.

Ketersediaan pangan lokal yang berlimpah di Indonesia dengan harga yang relatif terjangkau sebagai bahan baku pangan fungsional, memiliki prospek menjanjikan untuk dikembangkan. Hal ini disebabkan semakin meningkatnya kesadaran masyarakat untuk mengonsumsi makanan yang tidak sekedar mengandung gizi tetapi juga untuk menjaga kesehatan dan mencegah penyakit tertentu. Ubi jalar merupakan sumber pangan lokal yang sudah dikenal oleh masyarakat karena bisa tumbuh di seluruh Indonesia. Produksi ubi jalar di Indonesia pada tahun 2018 mencapai 2,02 juta ton tersebar di 12 propinsi sentra produksi yang tersebar di 68 kabupaten yaitu Jawa Barat, Papua, Jawa Timur, Sumatera Barat, Sumatera Utara, Jawa Tengah, Jambi, Nusa Tenggara Timur, Bali, Sulawesi Selatan, Bengkulu, Sulawesi Selatan dan Maluku Utara (Biro Pusat Statistik, 2018).

Ubi jalar juga menjadi komoditas pangan unggulan yang diekspor ke Jepang dan Korea Selatan. Pada tahun 2016 ekspor ubi jalar mencapai 9.592ton dan tahun 2018 mengalami peningkatan menjadi 10.856 ton, bahkan Jawa Barat mengekspor 30 ton per bulan ke Hongkong (Anonim, 2019). Berdasarkan skala nasional ekspor ubi jalar Indonesia sekitar 15 ribu sampai 18 ribu ton per tahun dalam bentuk berbagai macam olahan maupun ubi jalar segar. Sejak terjadi pandemi Covid -19 ada kecenderungan peningkatan permintaan ekspor ubi jalar di beberapa negara, mengingat semakin meningkat kesadaran masyarakat dunia untuk mengonsumsi makanan yang tidak hanya mengandung gizi tapi juga bermanfaat untuk kesehatan.

Ubi jalar merupakan salah satu alternatif sumber makanan yang kaya nutrisi, vitamin dan senyawa bioaktif yang penting bagi kesehatan (Anonim, 2020).

Ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas L.*) merupakan sumber pangan fungsional yang memiliki prospek menjanjikan untuk dikembangkan menjadi berbagai produk pangan, dalam bentuk olahan yang direbus, digoreng maupun aneka jajanan tradisional dan kekinian. Warna ubi jalar ungu disebabkan adanya pigmen *antosianin* yang bersifat sebagai antioksidan alami yang sangat bermanfaat untuk kesehatan. *Antosianin* pada ubi jalar ungu merupakan kelompok pigmen group polifenol yang memberikan warna merah, biru, ungu pada buah, sayuran, akar dan umbi. Sayuran berdaun merah, sampai ungu kebiruan, biji-bijian, akar dan umbi-umbian yang dapat dimakan mengandung *antosianin* yang tinggi (Khoo *et al.*, 2017).

Balitkabi telah melepas beberapa kultivar ubi jalar ungu yang kandungan *antosianin*nya lebih tinggi dibandingkan dengan kultivar *Ayamurasaki* asal Jepang dengan kapasitas produksi 25—30 ton/ha. Kultivar *Ayamurasaki* adalah salah satu jenis ubi jalar ungu yang di introduksi dari Jepang (Ginting *et al.*, 2011). Kultivar Antin 3 merupakan salah satu kultivar ubi jalar ungu yang dilepas oleh Balitkabi pada tahun 2014 dengan potensi produksi $\pm 30,1$ ton/ha dengan kandungan *antosianin* 150,7 mg/100g lebih tinggi dibandingkan kultivar Antin 2 yang mengandung *antosianin* 130,2 mg/100g dengan potensi produksi 37,1 ton/ha lebih tinggi dari kultivar Antin 3 (Balitbangtan, 2016 dalam Anonim, 2020).

Pada umumnya masyarakat mengonsumsi ubi jalar hanya dengan cara dikukus atau digoreng, tetapi ada pula yang dijadikan aneka jenis olahan kue basah, kue kering, kripik, mi, es krim, puding, pizza, dan lain-lain. Sebagai bahan baku pembuatan aneka jenis olahan kue, penggunaan ubi jalar bisa dalam bentuk pasta, tepung, kombinasi dari pasta dan tepung sebagai substitusi dengan jenis tepung lain. Permasalahan yang sering terjadi dalam penggunaan umbi-umbian kondisi segar antara lain membutuhkan ruang simpan

yang baik, kurang praktis dan tidak tahan lama. Cara pengolahan akan mempengaruhi kandungan gizi dan senyawa bioaktif yang terkandung dalam komoditi tersebut. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa tempat penyimpanan di lantai dengan lama penyimpanan selama 28 hari merupakan kondisi yang terbaik dalam mempertahankan kandungan gizi ubi jalar kultivar Manohara (Faizah dan Haryanti, 2020). Sedangkan penggunaan ubi jalar Cilembu dalam produksi gula cair paling optimal dengan lama penyimpanan 0 minggu (Mahmudatussa'adah, 2014).

Antosianin yang terdapat dalam ubi jalar ungu merupakan antioksidan alami yang sangat reaktif, mudah teroksidasi dan tereduksi serta ikatan glikosidanya mudah terhidrolisis sehingga menyebabkan kerusakan dan menurunnya aktifitas antioksidan akibat kontak dengan udara, perubahan suhu, pH dan proses pengolahan. Hal ini sesuai dengan hasil pengamatan (Husna *et al.*, 2013) bahwa aktivitas antioksidan *antosianin* ubi jalar ungu dalam keadaan segar lebih tinggi daripada setelah mengalami pengolahan. Pengolahan ubi jalar ungu menjadi pasta dengan cara dikukus menunjukkan aktifitas antioksidan yang lebih tinggi daripada proses pengolahan lainnya. Demikian pula (Shaliha, *et al.*, 2017) menunjukkan ubi jalar ungu yang dikukus pada suhu 75o—85oC selama 39 menit masih menghasilkan aktivitas antioksidan yang cukup tinggi sebesar 52,75% dengan tingkat kecerahan warna yang masih baik yaitu 13,730 nhg.

Pengolahan ubi jalar untuk dijadikan tepung penting dilakukan karena memiliki daya simpan yang lebih lama, efisien, lebih praktis, mudah disimpan, dapat meningkatkan nilai ekonomisnya daripada dalam bentuk segar serta mampu menyediakan bahan baku untuk industri. Pembuatan tepung ubi jalar dapat dilakukan melalui proses pengeringan menggunakan sinar matahari atau dengan alat pengering seperti oven, *cabinet dryer* dan microwave (Kurniasari *et al.*, 2021). Tepung ubi jalar dapat dijadikan tepung murni atau tepung komposit yang berfungsi sebagai substitusi tepung terigu untuk aneka olahan

pangan sehingga berpotensi mengurangi penggunaan tepung terigu sekaligus ketergantungan Indonesia terhadap impor tepung terigu.

Pemanfaatan ubi jalar menjadi tepung membutuhkan cara pengolahan yang tepat agar memenuhi standar mutu yang dipersyaratkan baik secara fisik, kimia dan mikrobiologi. Menurut Liao & Wu (2017) terdapat beberapa kelemahan tepung ubi jalar antara lain rendahnya daya larut dalam air, daya kembang yang rendah pada saat pemanasan, swelling power dan viskositas yang rendah sehingga sampai saat ini pemanfaatan tepung ubi jalar untuk bahan baku aneka olahan pangan sangat terbatas karena sulit ditemukan di pasaran.

Hasil pengamatan (Kurniasari *et al.*, 2021) diketahui bahwa tepung ubi jalar ungu kultivar Antin 3 memiliki kandungan *antosianin* 7 kali lipat daripada kultivar lokal, tetapi penggunaan alat pengering yang berbeda dalam pembuatan tepung ubi jalar ungu mempengaruhi kandungan *antosianin* pada masing-masing kultivar. Sedangkan Putri, (2019) meneliti pengembangan hybrid tepung ubi jalar pada berbagai kultivar yang terdiri dari ubi jalar ungu kultivar Antin 1, ubi jalar ungu kultivar lokal, ubi jalar putih, ubi jalar oranye, ubi jalar ungu asal Jepang kultivar. *Ayamurasaki* dan ubi cilembu, diketahui bahwa berbagai jenis *hybrid* tepung ubi jalar berpengaruh secara nyata terhadap kandungan gizi yang meliputi kadar air, kadar abu, kadar lemak, kadar protein, kadar serat serta total karbohidrat.

Salah satu faktor yang menentukan kualitas dan karakteristik kimia dalam proses pembuatan tepung menggunakan alat pengering adalah adanya perbedaan suhu. Oleh karena itu kajian ini penting dilakukan untuk menentukan suhu yang paling tepat pada pembuatan tepung ubi jalar ungu kultivar Antin 2 dan Antin 3 dengan kandungan gizi, kadar total *antosianin* dan aktivitas antioksidan yang terbaik. Pengamatan ini berbeda dengan hasil-hasil Pengamatan terdahulu selain perlakuan menggunakan variabel yang berbeda juga ada tambahan analisa terhadap kadar total *antosianin* di samping kandungan gizi lengkap dan aktivitas antioksidan. Alat pengering

yang digunakan cabinet dryer dengan lama pengeringan 2x24 jam menggunakan suhu 40°C, 50°C, 60 °C.

Adanya kandungan pigmen *antosianin* dalam tanaman dapat diketahui secara kualitatif dan kuantitatif. Secara kuantitatif total kadar *antosianin* dapat diketahui menggunakan *spektrofometri* untuk mengetahui total kadar *antosianin*. Keberadaan pigmen *antosianin* dapat dilakukan pada ekstrak *antosianin* yang terlebih dahulu dilakukan karakterisasi menggunakan UV-VIS untuk mengetahui *absorbansi* cahaya pigmen *antosianin*. Pengamatan (Damayanti *et al.*, 2014) menunjukkan *antosianin* ubi jalar ungu memiliki spektrum serapan ekstrak ubi jalar ungu cukup lebar dari 480—580 nm dengan panjang gelombang maksimum (λ max) 533 nm yang dapat meningkatkan permonfasi dari sel surya. Gugus fungsi ekstrak ubi jalar ungu diketahui menggunakan FTIR dari spektrum dengan panjang gelombang 4000-600 cm⁻¹ dan terdeteksi adanya gugus fungsi -OH, ikatan - C-O alcohol, ikatan rangkap - C=C aromatik dan munculnya ikatan -CH tekuk ditunjukkan oleh serapan tajam serapan pada bilangan gelombang 675.43 cm⁻¹.

Identifikasi jenis-jenis *antosianin* dapat dilakukan menggunakan *High-performance liquid chromatography Mass Spectrometry* /HPLC - MS, *Liquid Chromatography Mass Spectrometry*/LCMS-MS dan Nuclear Magnetic Resonance/NMR. Zhu *et al.*, (2017) menemukan 16 jenis *antosianin* dari *green ultrasound- assisted extraction* ubi jalar ungu kultivar E-Shu No.8 menggunakan HPLC-DAD-ESI-MS2. Jenis *antosianin* yang paling banyak teridentifikasi antara lain *peonidin-3-caffeoyl-p-hydroxybenzoyl sophoroside-5-glucoside*, *peonidin-3-(6''-caffeoyl-6''-feruloyl sophoroside)-5-glucoside*, *cyanidin-3-caffeoyl-p-hydroxybenzoyl sophoroside-5-glucoside*. Sedangkan Su *et al.*, (2019) telah mengidentifikasi 14 jenis *antosianin* dan dalam daun ubi jalar ungu kultivar P40 dengan kadar *antosianin* yang berbeda-beda dan ditemukan jenis *antosianin* baru yaitu jenis (*peonidin 3-caffeoyl-p-coumaryl sophoroside-5-glucoside*). Kim *et al.*, (2017) telah mengidentifikasi 26 jenis *antosianin* dalam ubi jalar merah dan ubi

jalar ungu dari 4 kultivar yang ada di Korea menggunakan HPLC-DAD. Gugus aglikon primer yang terdeteksi antara lain *pelargonidin*, *cyanidin*, *peonidin*, *delphinidin*, *petunidin*, dan *malvidin* dalam bentuk monoasilasi dengan *p-coumaric acid*, *caffeic acid*, and *ferulic acid*.

Hasil penelusuran referensi belum ditemukan pengujian gugus fungsi menggunakan FTIR dan identifikasi jenis *antosianin* menggunakan LCMS-MS dalam ubi jalar ungu kultivar Antin 2 dan kultivar Antin 3.

Penggunaan ubi jalar ungu sebagai bahan tambahan dalam pembuatan puding sudah banyak dilakukan oleh masyarakat. Hal ini disebabkan ubi jalar ungu yang ditambahkan dalam puding akan memberikan warna yang menarik tanpa harus ada tambahan pewarna sintetik. Puding adalah salah satu jenis makanan penutup yang banyak disukai oleh semua kalangan dari anak-anak sampai orang tua. Aneka rasa, aroma, dan warna menarik yang bisa ditampilkan merupakan daya tarik untuk mengonsumsi puding. Daya terima puding tergantung pada warna yang menarik, rasa yang tidak terlalu manis, aroma yang disesuaikan dari bahan tambahan dan pengisi serta tekstur yang kenyal. Pembuatan puding dengan bahan tambahan buah, sayuran maupun umbi-umbian akan menghasilkan aneka rasa dan warna menarik. Pembuatan puding ubi jalar ungu selain sebagai alternatif diversifikasi olahan agar tidak membosankan juga menghasilkan tekstur lembut dan rasa manis serta memberikan manfaat untuk kesehatan (Meidina *et al.*, 2018; Wadhani *et al.*, 2021).

Zhu & Sun (2019) menunjukkan fortifikasi tepung ubi jalar ungu dalam pembuatan roti kukus Cina sampai dengan substitusi sebesar 50% dapat meningkatkan kandungan total *polifenol/antosianin*, aktivitas antioksidan dan menurunkan respon glikemik. Toan *et al.* (2019) meneliti kualitas *fisiko* kimia dan daya terima konsumen terhadap biskuit dengan adanya penambahan tepung ubi jalar ungu sebanyak 40% dan 50% menghasilkan kadar abu, serat, total flavonoid dan daya terima konsumen yang lebih tinggi. Anggarawati *et. al.*, (2019) mengemukakan bahwa penggunaan formulasi tepung

sebagai substitusi pada aneka olahan pangan akan berpengaruh terhadap kualitas produk akhir yang dihasilkan dan daya terima konsumen terhadap produk tersebut. Formulasi tepung termodifikasi ubi jalar ungu kultivar *Ayamurasaki* dengan penggunaan mencapai 100% mampu menghasilkan karakteristik fisikokimia terbaik pada kue waffle dengan tekstur yang lembut, warna, rasa, dan aroma yang disukai.

Perlakuan tepung termodifikasi mampu menghasilkan sifat-sifat fisis sesuai yang dibutuhkan misal tingkat kecerahan yang lebih tinggi, kekentalannya lebih rendah, gel yang terbentuk lebih lembek, kekuatan regang rendah, suhu dan waktu *gelatinisasi* yang lebih rendah. Modifikasi pada tepung dapat dilakukan dengan menggunakan asam, enzim, oksidasi dan modifikasi ikatan silang (Koswara, 2009). Tepung yang sudah dimodifikasi dapat menghasilkan pati *resisten* yang bermanfaat untuk kesehatan dan dapat digunakan pada aneka olahan makanan (Masrukan, 2020). Penggunaan asam organik seperti asam asetat, asam asetat anhidrat, vinyl asetat, campuran asam suksinat dan asam asetat anhidrat dan asam azelaat dan asam asetat anhidrat sering digunakan untuk reaksi esterifikasi pada pati termodifikasi. Modifikasi pati secara asetilasi merupakan salah satu modifikasi melalui reaksi asetilasi dengan cara menyisipkan gugus asetil ke gugus hidroksil dari pati ((Ačkar *et al.*, 2015; Nurhayati, 2019; Šubarić *et al.*, 2014).

Safari *et al.* (2017) diketahui bahwa pemanfaatan enzim *alpha-amilase* dari *Sacharomycopsis fibuligera* dalam memodifikasi tepung ubi jalar ungu sebagai substitusi tepung terigu pada pembuatan roti menghasilkan kualitas yang lebih baik dan tingkat kesukaan lebih tinggi daripada yang tidak diperlakukan dengan *alpha-amilase* karena memiliki tekstur roti yang lebih lembut dan rasa yang lebih manis. Sedangkan Hervelly *et al.*, (2019) menunjukkan bahwa penambahan tepung ubi jalar termodifikasi menggunakan koji *Bacillus subtilis* sebagai substitusi tepung terigu sampai 65% mampu menghasilkan mi kering, biskuit dan roti manis yang memenuhi standard SNI.

Modifikasi tepung ubi jalar ungu menggunakan hidrolisis HCl 2% sebagai pretreatment yang diikuti dengan metode penggunaan autoklaf pada suhu 121OC selama 15 menit kemudian didinginkan pada suhu 5OC selama 5 menit, mampu menghasilkan pati resisten yang dapat digunakan sebagai alternatif sumber serat makanan dalam tubuh (Wardana & Yulia, 2018). Selanjutnya diketahui bahwa penggunaan modifikasi asam laktat yang dihasilkan oleh bakteri *Acetobacter xylinum* konsentrasi 5% pada 6 jenis ubi jalar berpengaruh nyata terhadap kandungan gizi dan menghasilkan aktifitas *antioksidan* berkisar 29,383—53,793% dengan nilai tertinggi didapatkan dari ubi jalar ungu kultivar *Ayamurasaki* dan terendah dari ubi jalar Cilembu (Putri, 2019). Namun belum ada pengamatan untuk mengetahui sifat fisikokimia dan aktifitas antioksidan pada tepung termodifikasi ubi jalar ungu kultivar antin 3 menggunakan asam asetat anhidrat.

Antosianin yang terdapat dalam ubi jalar ungu merupakan salah satu antioksidan alami yang berpotensi mencegah dan mengobati penyakit tertentu. Pengamatan tentang potensi *antosianin* ubi jalar ungu dan peranannya sebagai pencegahan dan pengobatan penyakit pada hati menunjukkan bahwa *antosianin* ubi jalar ungu memberikan efek perlindungan pada fibrosis akut hati tikus yang di induksi dengan CCl₄. (Zhang *et al.*, 2016). Wang *et al.* (2017) telah mengidentifikasi karakteristik *antosianin* ubi jalar ungu pada *cultivar Eshu No.8* yang memiliki aktivitas *hepatoprotektif* yang baik terhadap tikus yang di induksi dengan CCl₄. Salah satu jenis *antosianin* pertama yang teridentifikasi adalah *peonidin 3-coumaryl-p-hydroxybenzoil sophoroside-5-glucoside* berperan aktif mencegah kerusakan hati akibat keracunan CCl₄. Berbeda dengan peneliti sebelumnya (Zakaria *et al.*, 2016) meneliti potensi antioksidan alami dari ekstrak methanol daun *Bauhinia purpurea* sebagai *hepatoprotektor* hati tikus yang di induksi dengan parasetamol.



BAB II

TANAMAN UBI JALAR UNGU

Mengenal Ubi Jalar Ungu

Ubi jalar (*Ipomoea batatas L.*) berasal dari daerah tropis Amerika dan dapat tumbuh baik di dataran rendah maupun di pegunungan dengan suhu sekitar 27°C dan lama penyinaran 11—12 jam per hari (Soemartono, 1984). Sejak tahun 1960, ubi jalar telah menyebar ke berbagai daerah di Indonesia, termasuk Jawa Barat, Jawa Tengah, Jawa Timur, Papua, dan Sumatra. Meskipun telah tersebar luas, hanya Papua yang memanfaatkan ubi jalar sebagai makanan pokok, meskipun belum sepopuler padi dan jagung (Suprapti, 2003).

Ubi jalar adalah jenis umbi-umbian yang batang dan daunnya tumbuh menjalar di atas tanah dan dapat tumbuh dengan baik pada iklim tropis maupun sub tropis. Masyarakat Indonesia sudah lama mengenal dan mengonsumsi ubi jalar karena mudah dibudidayakan dan tidak membutuhkan persyaratan tumbuh spesifik.

Ubi jalar ungu memiliki nilai gizi tinggi, khususnya sebagai sumber karbohidrat dan kalori. Oleh karena itu, di beberapa wilayah, ubi jalar ungu juga dimanfaatkan sebagai bahan makanan pokok. Selain

itu, ubi jalar ungu juga mengandung vitamin dan mineral penting. Vitamin yang terdapat dalam ubi jalar termasuk vitamin C, vitamin A (*betakaroten*), thiamin (vitamin B1), dan riboflavin. Sementara itu, mineral yang dapat ditemukan dalam ubi jalar meliputi zat besi (Fe), fosfor (P), dan kalsium (Ca). Ubi jalar juga mengandung lemak, serat kasar, dan abu. Total kandungan *antosianin*, yang bervariasi pada setiap tanaman, berkisar antara 20 hingga 600 mg per 100 gram berat basah. Untuk ubi jalar ungu, total kandungan *antosianin* mencapai 519 g per 100 gram berat basah (Iriyanti, 2012).

Gambar anatomi ubi jalar ungu kultivar Antin 2 dan Antin 3 tertera pada Gambar berikut.



Gambar 2.1 Ubi ubi jalar ungu kultivar Antin 2 dan kultivar Antin 3
Sumber: Koleksi foto (2022)

Ubi jalar ungu kultivar Antin 2 dan kultivar Antin 3 memiliki kulit luar dan daging umbi warna merah sampai ungu kehitaman. Warna merah, ungu sampai ungu kehitaman dalam daging ubi jalar

ungu disebabkan adanya *antosianin*. Hasil analisis kadar *antosianin* dalam ubi jalar ungu kultivar Antin 2 adalah 134,91mg/100g, sedangkan kultivar Antin 3 adalah 240,71 mg/100g (Farida *et al.*, 2023). *Antosianin* adalah senyawa organik golongan *flavonoid* yang larut dalam air dan merupakan kelompok pigmen yang banyak ditemukan pada daun, bunga, buah, akar, sayuran dan umbi-umbian. *Antosianin* berperan sebagai antioksidan alami yang penting untuk kesehatan karena dapat menangkal gugus radikal bebas dalam tubuh (Nurtiana, 2019; Priska *et al.*, 2018).



Gambar 2.2 Tanaman Ubi Jalar Ungu

Sumber: <https://gdm.id>

Batang ubi jalar ungu bersifat tidak berkayu, mengandung banyak air, dan memiliki banyak percabangannya. Bentuk batang ubi jalar ungu berbentuk bulat dengan bagian tengah terdiri dari gabus. Batang tersebut memiliki ruas sepanjang 1—3 cm, dan di setiap ruas terdapat daun yang tumbuh. Batang ubi jalar ungu terbagi menjadi tiga tipe, yaitu batang besar yang digunakan untuk menjalar, batang sedang yang mendukung pertumbuhan tanaman tipe agak tegak (semak), dan batang kecil yang digunakan pada tipe tanaman merambat (Sarwono, 2005).

Bunga ubi jalar ungu memiliki sifat bunga majemuk, berbentuk terompet, dan tumbuh di ketiak daun. Kelopak bunga memiliki bentuk lonceng dengan lima taju, serta daunnya berwarna hijau

dengan panjang sekitar 3—5 cm dan lebar ujung antara 3—4 cm. Daun tersebut melekat pada mahkota bunga, yang memiliki bentuk coron dan berwarna putih atau lembayung muda, dengan bagian dalam tabungnya berwarna ungu (Neltriana, 2015). Variasi bentuk dan ukuran ubi jalar sangat beragam, termasuk warna kulitnya seperti putih, kuning, cokelat, merah, dan ungu. Begitu pula dengan warna daging ubi, yang bisa berupa putih, kuning, jingga, dan ungu (Damanhuri dkk., 2005).

Karakteristik Ubi Jalar Ungu

Ubi jalar ungu bukan hanya menarik dari segi estetika, tetapi juga memberikan kontribusi signifikan terhadap kesehatan manusia. Kandungan nutrisi yang tinggi, termasuk serat pangan, mineral, dan vitamin, menjadikan ubi jalar ungu sebagai sumber pangan yang sehat dan bergizi. Keberagaman senyawa aktif seperti *antosianin*, yang memberikan warna ungu pada umbinya, memiliki potensi untuk memberikan manfaat kesehatan tambahan.

Dalam konteks ini, karakteristik ubi jalar ungu menjadi relevan, tidak hanya dari segi morfologi tanaman, tetapi juga analisis lebih mendalam terhadap kandungan nutrisi dan senyawa bioaktifnya. Pengetahuan yang lebih baik tentang karakteristik ini dapat menjadi dasar untuk pengembangan kultivar unggul yang lebih bermutu dan peningkatan pemanfaatan ubi jalar ungu sebagai alternatif pangan yang sehat dan beragam. Oleh karena itu, dalam hal ini, kita akan menjelajahi karakteristik ubi jalar ungu dengan fokus pada morfologi tanaman, komposisi nutrisi, dan potensi manfaat kesehatannya.

Ubi jalar termasuk dalam kategori tumbuhan semusim yang memiliki struktur tubuh utama, terdiri dari batang, umbi, daun, buah, bunga, dan biji. Batang tanaman berbentuk bulat, tidak memiliki kayu, memiliki buku-buku, dan dapat tumbuh dengan tipe pertumbuhan tegak atau merambat (menjalar). Panjang batang pada tanaman dengan tipe pertumbuhan tegak berkisar antara 1—2 m, sementara pada tanaman dengan tipe pertumbuhan merambat

berkisar antara 2—3 m. Batang dapat dibedakan berdasarkan ukuran, yaitu besar, sedang, dan kecil. Umumnya, warna batang berkisar dari hijau tua hingga keungu-unguan (Rukmana, 1997).

Bentuk daun ubi jalar dapat bervariasi tergantung pada jenisnya, dapat berupa daun yang bulat lonjong atau runcing. Selain itu, bentuk tepi daun juga dapat beragam, mulai dari rata, berlekuk dangkal, hingga berlekuk dalam. Ukuran daun juga menunjukkan variasi, ada yang besar, sedang, dan kecil sesuai dengan ukuran batangnya (Najiyati dan Danarti, 1995).

Ubi jalar, atau ketela rambat (*Ipomoea batatas L.*), merupakan tanaman budidaya yang dimanfaatkan pada bagian akarnya yang membentuk umbi dengan kandungan gizi tinggi, terutama karbohidrat. Di beberapa wilayah di Afrika, umbi ubi jalar menjadi salah satu sumber makanan pokok yang penting. Di Asia, selain digunakan umbinya, daun muda ubi jalar juga sering diolah menjadi sayuran. Beberapa kultivar ubi jalar juga dijadikan sebagai tanaman hias karena keindahan daunnya.



Gambar 2.3 Ubi Jalar Ungu
Sumber: M.S dan Purnamawati, 2007.

Klasifikasi Ubi Jalar Ungu (Milind dan Monika, 2015):

Kingdom: *Plantae*

Subkingdom: *Tracheobionta*

Subdivision: *Spermatophyte*

Division: *Sagnoliophyta*

Class: *Magnoliopsida*

Subclass: *Asteridae*

Order: *Solanales*

Family: *Convolvulaceae*

Genus: *Ipomoea*

Species: *Ipomoea batatas* (L.)

Tanaman keluarga *Convolvulaceae* umumnya ditandai oleh jenis-jenis yang memiliki sifat melilit, merambat, atau berbentuk herba, dengan daun umumnya berbentuk hati dan bunga berbentuk corong. Salah satu contoh tanaman dalam keluarga ini adalah *Ipomoea batatas*, yang merupakan tanaman biji berkeping dua (*dikotiledon*) dan memiliki pertumbuhan yang menyerupai semak atau menjalar di permukaan tanah. Tanaman ini dapat mencapai panjang hingga 3 meter (Supadmi, 2009).

Ubi jalar ungu memiliki akar yang dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu akar penyerap nutrisi dari dalam tanah yang disebut akar sejati (akar serabut), dan akar tunggang berwarna putih yang berfungsi sebagai tempat penyimpanan energi hasil fotosintesis. Akar tunggang ini dapat membesar dan membentuk umbi atau akar lumbung. Tanaman ini memiliki batang yang lunak, tidak berkayu, bersifat *herbaceous* (kaya akan air), dengan bagian tengah yang bergabus dan cabang yang banyak. Bentuknya bulat dengan ruas sepanjang 1–3 cm, di mana setiap batas ruas tumbuh daun, akar, tunas, atau cabang. Daunnya berbentuk bulat seperti jantung, bulat lonjong, atau menyerupai jari tangan, dengan variasi bentuk dan tipe daun seperti ujung runcing atau tumpul, tepi rata, berlekuk dangkal atau dalam, dan menjari. Pangkal daun cenderung ramping, dan

penulangan daun bersifat menyirip. Bentuk dan warna daun dapat bervariasi antar kultivar.

Tanaman ini menghasilkan bunga majemuk dengan bentuk terompet, berwarna hijau, dan mahkota berbentuk corong. Bunga ini memiliki warna ungu muda di bagian ujung dan ungu pada bagian pangkal. Ubi jalar ungu dapat dipanen setelah tanaman berumur 4 bulan (MS dan Purnamawati, 2007; Supadmi, 2009).

Kandungan Gizi Ubi Jalar Ungu

Gizi adalah faktor yang menjadi perhatian utama bagi konsumen ketika memilih makanan. Ubi jalar ungu memiliki berbagai jenis kandungan gizi yang lengkap, bahkan beberapa di antaranya sangat vital untuk kesehatan manusia karena memiliki fungsi fisiologis, seperti serat dan *antosianin* (Rosidah, 2010).

Kandungan gizi ubi jalar cukup lengkap dan banyak mengandung vitamin, mineral dan kaya dengan zat antioksidan sehingga berfungsi sebagai pangan fungsional. Terdapat aneka jenis ubi jalar yang tumbuh di Indonesia baik yang kultivar lokal atau yang di introduksi dari luar dengan warna kulit dan daging umbi yang berbeda pula.

Ubi jalar ungu memiliki kandungan serat pangan (*dietary fiber*), mineral, vitamin, dan antioksidan yang tinggi. Senyawa seperti pektin, hemiselulosa, dan selulosa, yang merupakan serat pangan, terdapat dalam ubi jalar dan berperan penting dalam menentukan nilai gizinya (Woolfe, 1992). Serat pangan adalah polisakarida yang tidak dapat dicerna dan diserap di usus halus, sehingga akan mengalami fermentasi di usus besar (Murtiningsih dan Suyanti, 2011). Sarwono (2005) menyatakan bahwa ubi jalar mengandung karbohidrat dalam kisaran 75—90%, dengan komposisi pati sekitar 60—80%, gula 4—30%, serta *selulosa*, *hemiselulosa*, dan *pektin*.

Perbedaan komponen gizi ubi jalar dengan daging berwarna putih, ungu dan kuning tertera pada Tabel 1.1 berikut.

Tabel 1.1 Perbedaan Kandungan Gizi Ubi Jalar Ungu, Putih, dan Kuning

Komponen gizi ubi jalar per 100 gram			
Komposisi gizi	Ubi ungu	Ubi putih	Ubi Kuning
Kalori (kal)	123	123	136
Protein (μg)	1,8	1,8	1,1
Lemak (μg)	0,7	0,7	0,4
Karbohidrat (μg)	27,9	27,9	32,3
Air (μg)	68,5	68,5	71,2
Serat Kasar (μg)	1,2	0,9	1,4
Kadar Gula (μg)	0,4	0,4	0,3
β - karoten (μg)	30,2	31,2	114
<i>Antosianin</i> (μg)	110,15	30,2	32,2

Sumber: (Samber et al., 2016)

Ubi jalar dengan kultivar yang berbeda mengandung gizi, jumlah, jenis *antosianin* dan aktivitas antioksidan yang bervariasi. Sebagai pangan fungsional kandungan gizi dan karakteristik *antosianin* sebagai antioksidan alami yang terdapat dalam ubi jalar ungu memiliki peranan yang sangat penting. Kulit ubi jalar ada yang berwarna kuning dan merah, sedangkan daging ubi jalar berwarna putih, kuning, jingga, merah keunguan sampai ungu kehitaman. Adanya perbedaan warna kulit dan daging umbi pada ubi jalar ditentukan oleh adanya perbedaan struktur molekul secara menyeluruh yang menentukan karakteristik, kandungan gizi, rasa dan aroma yang berbeda (Ginting et al., 2014).

Ubi jalar ungu yang diolah dengan cara yang berbeda akan mempengaruhi kandungan gizi dan aktivitas antioksidan dari *antosianin*. Pengamatan (Husna et al., 2013) tentang perbedaan sifat fisik dan kimia ubi jalar ungu kultivar lokal dalam bentuk segar dan produk olahannya menunjukkan bahwa kandungan *antosianin* ubi jalar ungu pekat memiliki kadar *antosianin* 17 kali lebih tinggi daripada ubi jalar ungu muda, dengan aktifitas antioksidan yang lebih tinggi. Adanya proses pengolahan pada kedua jenis ubi jalar ungu tersebut juga menurunkan kadar *antosianin* dan aktifitas antioksidannya. Penurunan tertinggi terdapat pada ubi jalar yang

diolah menjadi kripik daripada yang digoreng, direbus dan dikukus. Sedangkan Ji *et al.* (2015) diketahui bahwa berbagai kultivar ubi jalar yang terdapat di Cina memiliki kandungan gizi, karakteristik dan aktifitas antioksidan yang berbeda-beda.

Mahmudatussa'adah *et al.*, (2014)., melaksanakan pengamatan ubi jalar ungu kultivar *Ayamurasaki* yang ditanam di Cilembu-Sumedang mengandung total *antosianin* monomer $3,7 \pm 0,8$ mg setara sianidin-3-glukosida/g berat kering lebih tinggi daripada yang ditanam di Banjaran-Bandung dan Perkembangan-Kuningan. Hasil pengamatan (Salim *et al.*, 2017) diketahui bahwa proses pengolahan ubi jalar ungu menurunkan kadar antioksidan mentah sebesar 5,0 mg/L menjadi 47,82 mg/L setelah dikukus dan menjadi 82,22 mg/L setelah direbus. Penurunan kadar antioksidan berbanding lurus dengan penurunan kadar total *fenolik* dan *antosianin* dari ekstrak ubi jalar ungu.

Hasil pengamatan perbedaan sifat fisik dan kimia ubi jalar ungu kultivar lokal dalam bentuk segar dan produk olahannya telah dilakukan oleh (Husna *et al.*, 2013) yang menunjukkan bahwa kandungan *antosianin* ubi jalar ungu pekat memiliki kadar *antosianin* 17 kali lebih tinggi daripada ubi jalar ungu muda, dengan aktifitas antioksidan yang lebih tinggi. Adanya proses pengolahan pada kedua jenis ubi jalar ungu tersebut juga menurunkan kadar *antosianin* dan aktifitas antioksidannya. Penurunan tertinggi terdapat pada ubi jalar yang diolah menjadi kripik daripada yang digoreng, direbus dan dikukus.

Salim *et al.* (2017) menjelaskan bahwa kekuatan antioksidan ekstrak ubi jalar ungu didasarkan pada nilai IC₅₀, pada ekstrak mentah sangat kuat yaitu 5,00 mg/L, kemudian menurun pada ubi jalar ungu yang dikukus menjadi 47,82 mg/L dan penurunan tertinggi terjadi pada ubi jalar ungu rebus 82,22 mg/L, semakin tinggi nilai IC₅₀ semakin rendah aktivitas antioksidan. Kekuatan antioksidan yang menurun berbanding lurus dengan semakin rendahnya kadar *antosianin* dan total *fenolik*.

Kim *et al.*, (2018) menjelaskan bahwa proses pengolahan pada ubi jalar ungu Korea dapat menurunkan kandungan *antosianin* hampir setengah setelah pengukusan dan menurunkan semua *antosianin monomer*, sedangkan pada proses pemanggangan hanya mengurangi kandungan *antosianin* dalam bentuk *acylated* tetapi meningkatkan kandungan *antosianin non-acylated*. Tingkat penurunan *antosianin* pada 9 jenis ubi jalar ungu Amerika dan 17 jenis ubi jalar ungu Yunnan pada berbagai proses pemasakan adalah dengan *microwave* < pengukusan < pemasakan < penggorengan suhu rendah < pemanggangan. Penggunaan *microwave* menurunkan kandungan *antosianin* sebesar 13–14%, sedangkan pada proses pemanggangan penurunan kandungan *antosianin* mencapai 62–66%.

Beberapa pengamatan terhadap kultivar ubi jalar ungu yang mengandung *antosianin* cukup tinggi antara lain MSU 07018–39, MSU 07019–38, MSU 07019–32, MSU 07030–79, MSU 07025–28, MSU 07015–08, Antin 1, Antin 2, Antin 3, *Ayamurasaki*, *Yamagawamurasaki*, dan beberapa kultivar lokal (Dewi dan Sutrisno, 2014; Restiono, *et al.*, 2017; Prayudha, *et al.*, 2019).

Komponen kimia dalam ubi jalar ungu dipengaruhi oleh jenis, kultivar, tingkat kematangan, bentuk olahan dan kondisi lingkungan seperti suhu, pH dan cahaya. Selain mengandung *antosianin* ubi jalar ungu juga mengandung beta-karoten yang cukup tinggi yaitu 9900 mkg (32967 SI). Komposisi kimia ubi jalar ungu segar mengandung kadar air (56, 58%), kadar abu (2,21%), kadar lemak (0,58%), kadar protein (5,91%), kadar karbohidrat (37,70%), kadar *antosianin* (62,14 mg/100g). Tepung ubi jalar ungu mengandung kadar air (3,51%), kadar abu (2,40%), kadar lemak (0,33%), kadar protein (3,93%), kadar karbohidrat (92, 97%) dan kadar *antosianin* (20,19 mg/100 g) (Husna *et al.*, 2013; Ji *et al.*, 2015; Prasetyo & Winardi, 2020).

Jenis-Jenis Ubi Jalar Ungu

Setiap kultivar ubi jalar ungu tidak hanya membedakan diri dalam warna kulit dan dagingnya, tetapi juga dalam kandungan nutrisi,

rasa, dan kegunaannya. Pemahaman mendalam tentang jenis-jenis ini dapat memberikan wawasan yang berharga tentang keberagaman genetik ubi jalar ungu dan bagaimana karakteristiknya dapat diintegrasikan dalam berbagai kebutuhan pangan dan kesehatan.

Dari ubi jalar ungu yang kaya akan antioksidan hingga kultivar dengan rasa manis yang khas, kajian ini akan membahas secara komprehensif tentang jenis-jenis ubi jalar ungu yang telah menjadi bagian tak terpisahkan dari berbagai budaya kuliner dan praktik pertanian di seluruh dunia. Melalui pemahaman yang lebih baik tentang karakteristik masing-masing kultivar, diharapkan dapat meningkatkan apresiasi terhadap keanekaragaman alam dan manfaat kesehatan yang dapat diperoleh dari ubi jalar ungu.

Kultivar-variety ubi jalar yang telah dihasilkan melalui budidaya menunjukkan perbedaan yang signifikan di antara satu dengan yang lainnya. Perbedaan tersebut mencakup berbagai aspek, seperti warna kulit akar (putih, krem, coklat, kuning, merah, atau ungu), warna daging (putih, krem, kuning, oranye, atau ungu kemerahan), ukuran dan bentuk akar dan daun, masa simpan, ketahanan terhadap penyakit, tekstur umbi setelah dimasak (kering atau lunak dan lembab), dan komposisi kimia (Kay, 1973; Bouwkamp, 1985; Wolfe, 1992). Pengklasifikasian ubi jalar ini bisa dilakukan berdasarkan beberapa kriteria, seperti umur tanaman (genjah dan panjang), bentuk daun (menjari atau bulat lonjong), dan warna umbinya (putih, krem, kuning, oranye, dan ungu). Meskipun ada perdebatan terkait penggolongan tersebut, pemahaman mengenai keberagaman karakteristik ini menjadi kunci untuk mengidentifikasi dan memanfaatkan kultivar ubi jalar yang paling sesuai dengan kebutuhan dan preferensi tertentu (Nurdjanah dan Yuliana, 2019: 10).

Menurut pengamatan dan sumber informasi lainnya, seperti Taruna Tani Sumber Mulyo (2016), berbagai kultivar ubi jalar yang telah terdaftar memiliki keunggulan masing-masing.

1. Ubi Jalar Daya (1993)
Ubi Jalar Daya (1993), kultivar ini menonjol dengan potensi hasil yang mencapai 20—35 ton per hektar, siap panen dalam waktu 110 hari setelah tanam (hst). Selain itu, ubi jalar ini memiliki cita rasa manis yang khas dan menunjukkan ketahanan terhadap penyakit kudis atau *scab*.
2. Ubi Jalar Prambanan (1993)
Menurut informasi dari tahun 1993, Ubi Jalar Prambanan memiliki sejumlah keunggulan yang mencakup potensi hasil yang berkisar antara 25—35 ton per hektar, siap panen dalam waktu 135 hari setelah tanam (hst). Rasanya yang enak dan manis menjadi ciri khasnya, dan Ubi Jalar Prambanan juga menunjukkan ketahanan terhadap penyakit kudis atau *scab*.
3. Ubi Jalar Borobudur (1993)
Jalar Borobudur (1993) memiliki sejumlah keunggulan. Potensi hasilnya berkisar antara 25—35 ton per hektar, dengan umur panen sekitar 120 hari setelah tanam (hst). Keistimewaan rasanya yang manis menjadi ciri khas, dan Ubi Jalar Borobudur juga menunjukkan ketahanan terhadap penyakit kudis atau *scab*.
4. Ubi Jalar Mendut (1993)
Ubi Jalar Mendut (1993) memiliki berbagai keunggulan. Potensi hasilnya diperkirakan antara 25—35 ton per hektar, dengan umur panen sekitar 125 hari setelah tanam (hst). Rasanya yang manis menjadi salah satu ciri khas, dan ubi jalar ini juga menunjukkan ketahanan terhadap penyakit kudis atau *scab*.
5. Ubi Jalar Kalasan (1993)
Ubi Jalar Kalasan (1993) memiliki sejumlah keunggulan yang dapat diperinci. Potensi hasilnya berkisar antara 31,2—42,5 ton per hektar, dengan rata-rata produksi sekitar 40 ton per hektar. Umur panennya relatif singkat, yaitu sekitar 95—100 hari setelah tanam (hst). Rasanya cenderung agak manis, dengan tekstur sedang dan sedikit berair. Varitas ini juga menunjukkan

ketahanan terhadap hama penggerek ubi. Selain itu, Ubi Jalar Kalasan dianggap sesuai untuk ditanam di daerah kering hingga basah, serta dapat beradaptasi di lahan marjinal.

6. Ubi Jalar UJ-3 (2000)

Ubi Jalar UJ-3 (2000) memiliki beberapa keunggulan yang bisa dijelaskan lebih rinci. Potensi hasilnya berkisar antara 20—35 ton per hektar. Umur panen relatif lebih lama, yaitu sekitar 8—10 bulan setelah tanam. Bentuk umbinya cenderung mencengkeram, dan rasa umbinya dikarakterisasikan sebagai agak pahit. Meskipun demikian, kultivar ini menunjukkan tingkat ketahanan yang cukup terhadap penyakit CBB.

7. Ubi Jalar UJ-5 (2000)

Ubi Jalar UJ-5 (2000) memiliki sejumlah keunggulan yang dapat dijelaskan secara lebih rinci. Potensi hasilnya berkisar antara 25—38 ton per hektar, dengan umur panen sekitar 9—10 bulan setelah tanam. Komposisi kimianya meliputi kadar pati sebesar 19-30%, kadar air sebesar 60,06%, kadar abu sebesar 0,11%, dan kadar serat sebesar 0,07%. Rasa umbinya dikarakterisasikan sebagai pahit. Meskipun demikian, kultivar ini menunjukkan tingkat ketahanan yang cukup terhadap penyakit CBB.

8. Ubi Jalar Cilembu (2001)

Ubi Jalar Cilembu yang diperkenalkan pada tahun 2001 memiliki sejumlah keunggulan yang patut dijelaskan lebih mendetail. Potensi hasilnya mencapai sekitar 20 ton per hektar, dengan masa panen sekitar 5—7 bulan setelah tanam. Saat masih mentah, daging ubi memiliki warna krem kemerahan atau kuning. Rasa umbinya dikarakterisasikan sebagai enak, manis, dan bermadu. Bentuk umbinya tergolong panjang, sementara bobot bahan kering atau rendeman umbinya relatif tinggi.

Ubi Jalar Cilembu juga menunjukkan ketahanan terhadap beberapa masalah tanaman, seperti penyakit kudis/*scab* dan hama lanas/penggerek. Kelebihan lainnya adalah kecocokan

untuk ditanam pada lahan sawah tadah hujan setelah tanaman padi, terutama pada ketinggian 800—1000 mdpl.

9. Ubi Jalar Sari (2001)

Ubi Jalar Sari yang diperkenalkan pada tahun 2001 menonjolkan sejumlah keunggulan yang perlu dijelaskan secara rinci. Potensi hasilnya mencapai kisaran 30—35 ton per hektar, dengan masa panen yang relatif singkat, yaitu sekitar 3,5—4 bulan setelah tanam. Daging umbi Ubi Jalar Sari memiliki warna kuning tua yang khas. Rasa ubinya dianggap enak dan manis.

Tidak hanya memiliki potensi hasil yang baik, Ubi Jalar Sari juga menunjukkan beberapa tingkat ketahanan terhadap hama dan penyakit. Secara khusus, kultivar ini agak tahan terhadap hama boleng dan tahan terhadap hama penggulung daun. Selain itu, Ubi Jalar Sari juga diketahui tahan terhadap penyakit kudis dan bercak daun.

10. Ubi Jalar Boko (2001)

Ubi Jalar Boko, yang diperkenalkan pada tahun 2001, mempresentasikan sejumlah keunggulan yang perlu dibahas secara rinci. Potensi hasil kultivar ini mencapai kisaran 25—30 ton per hektar, dengan masa panen relatif singkat, yaitu sekitar 4—5 bulan setelah tanam. Daging umbi Ubi Jalar Boko memiliki warna krem yang khas, dan rasa ubinya dianggap enak dan manis.

Selain memiliki potensi hasil yang baik, Ubi Jalar Boko juga menunjukkan tingkat ketahanan yang memadai terhadap beberapa hama dan penyakit. Varitas ini terbukti tahan terhadap hama boleng dan penggulung daun. Selain itu, Ubi Jalar Boko juga dikenal sebagai kultivar yang toleran terhadap penyakit kudis dan bercak daun.

11. Ubi Jalar Sukung (2001)

Ubi Jalar Sukung, diperkenalkan pada tahun 2001, menonjolkan sejumlah keunggulan yang patut dicermati secara lebih rinci. Potensi hasil kultivar ini berkisar antara 25 hingga 30 ton per

hektar, dengan masa panen yang relatif singkat, yaitu sekitar 4 hingga 4,5 bulan setelah tanam. Daging umbi Ubi Jalar Sுகuh memiliki warna putih yang khas, memberikan keunikan tersendiri pada kultivar ini.

Selain dari segi hasil yang potensial, Ubi Jalar Sுகuh juga menunjukkan tingkat ketahanan yang layak diperhitungkan terhadap beberapa hama dan penyakit. Kultivar ini agak tahan terhadap hama boleng dan penggulung daun. Tidak hanya itu, Ubi Jalar Sுகuh juga dikenal sebagai kultivar yang tahan terhadap penyakit kudis dan bercak daun.

12. Ubi Jalar Jago (2001)

Ubi Jalar Jago, yang diperkenalkan pada tahun 2001, membawa sejumlah keunggulan yang perlu dicermati dengan lebih rinci. Potensi hasil dari kultivar ini berkisar antara 25 hingga 30 ton per hektar, dengan masa panen yang relatif singkat, yaitu sekitar 4 hingga 4,5 bulan setelah tanam. Warna daging umbinya didominasi oleh nuansa kuning muda, memberikan ciri khas tersendiri pada Ubi Jalar Jago.

Kelezatan rasa menjadi daya tarik lain dari kultivar ini, di mana rasanya yang enak menjadi nilai tambah yang patut diperhitungkan. Selain itu, Ubi Jalar Jago menunjukkan tingkat ketahanan yang layak diperhitungkan terhadap beberapa hama dan penyakit. Kultivar ini agak tahan terhadap hama boleng dan tahan terhadap hama penggulung daun. Keberadaan ketahanan agak terhadap penyakit kudis dan bercak daun semakin menambah daya saing kultivar ini dalam pemilihan jenis ubi jalar untuk budidaya.

13. Ubi Jalar Sewu (-)

Ubi Jalar Sewu, yang diperkenalkan tanpa tahun spesifik, menampilkan serangkaian keunggulan yang perlu dicermati secara rinci. Potensi hasil panen dari kultivar ini mencapai sekitar 30 ton per hektar, menjadikannya sebagai opsi yang

menjanjikan dalam hal produktivitas. Dengan masa panen yang relatif singkat, yaitu sekitar 4 bulan setelah tanam, Ubi Jalar Sewu memperlihatkan respons yang cepat dalam memberikan hasil.

Warna umbi yang cenderung kuning muda memberikan karakteristik visual yang menarik. Selain itu, rasa ubi ini dianggap agak enak dan manis, menciptakan pengalaman rasa yang memuaskan bagi konsumen. Daya tahan terhadap hama boleng dan ketahanan terhadap penyakit kudis menjadi nilai tambah yang signifikan, membuat Ubi Jalar Sewu lebih mudah dikelola secara budidaya. Dengan kombinasi keunggulan-keunggulan ini, kultivar ini menjadi pilihan yang menarik untuk pertimbangan dalam budidaya ubi jalar.

14. Ubi Jalar Cangkung (-)

Ubi Jalar Cangkung, yang tidak memiliki tahun spesifik pengenalan, membawa sejumlah keunggulan yang layak untuk diuraikan lebih detail. Dengan potensi hasil panen mencapai sekitar 32 ton per hektar, kultivar ini menunjukkan produktivitas yang tinggi, menjadikannya pilihan yang menarik bagi para petani. Dengan masa panen yang relatif singkat, yaitu sekitar 4 bulan setelah tanam, Ubi Jalar Cangkung memberikan respons cepat dalam memberikan hasil.

Warna umbi yang cenderung putih memberikan ciri khas visual yang menarik dan bisa menjadi preferensi konsumen. Rasa ubi yang dianggap enak dan manis menambah nilai jual kultivar ini di pasar. Kelebihan lainnya adalah daya tahan yang baik terhadap hama boleng, serta ketahanan terhadap penyakit kudis, menjadikannya lebih mudah dikelola dalam budidaya ubi jalar. Kehadiran bahan kering yang tinggi juga merupakan keunggulan yang signifikan dari Ubi Jalar Cangkung. Dengan kombinasi keunggulan-keunggulan ini, kultivar ini layak dipertimbangkan untuk ditanam dalam upaya pengembangan budidaya ubi jalar.

15. Ubi Jalar Malang 4 (2001)

Ubi Jalar Malang 4 (2001), menonjol dengan sejumlah keunggulan yang perlu di perinci lebih lanjut. Salah satu karakteristik utamanya adalah ukuran umbi yang besar, menciptakan potensi hasil panen yang cukup mengesankan. Dengan umur panen sekitar 9 bulan setelah penanaman, kultivar ini menunjukkan kesabaran yang dibutuhkan dalam menumbuhkan umbi yang besar dan berkualitas.

Daya tahan yang dihadirkan terhadap tungau merah merupakan keunggulan penting, membantu petani dalam mengatasi salah satu hama utama yang dapat mengancam hasil ubi jalar. Selain itu, adaptabilitas terhadap hara suboptimal membuat Ubi Jalar Malang 4 dapat ditanam di berbagai jenis tanah, memberikan fleksibilitas dalam budidaya.

Dengan kombinasi ukuran umbi yang besar, daya tahan terhadap hama, dan adaptabilitas terhadap kondisi tanah, kultivar ini menyediakan opsi menarik untuk petani yang mencari hasil panen yang baik dan keberlanjutan dalam budidaya ubi jalar.

16. Ubi Jalar Malang 6 (2001)

Varian ubi jalar Malang 6 (2001) memiliki berbagai keunggulan. Pertama, ukuran umbinya cukup sedang, memberikan kepraktisan dalam pengelolaan. Kedua, masa panennya relatif singkat, hanya memerlukan waktu 9 bulan setelah penanaman. Ketiga, kultivar ini cenderung tahan terhadap serangan tungau merah, sehingga lebih dapat diandalkan dalam kondisi pertanaman yang mungkin terpapar hama tersebut. Terakhir, ubi jalar Malang 6 juga menunjukkan sifat adaptif terhadap kondisi hara suboptimal, membuatnya bisa tumbuh dengan baik meskipun ketersediaan nutrisi tanah tidak ideal.

17. Ubi Jalar Kidal (2001)

Kultivar ubi jalar Kidal (2001) menonjolkan beberapa keunggulan yang membuatnya pilihan yang menarik. Pertama,

kultivar ini memiliki potensi hasil yang cukup tinggi, berkisar antara 25—30 ton per hektar, memberikan produktivitas yang baik bagi para petani. Kedua, umur panen yang relatif singkat, hanya memerlukan waktu 4—4,5 bulan setelah penanaman, mempercepat siklus pertumbuhan tanaman. Ketiga, daging umbinya berwarna kuning tua dan memiliki rasa yang enak dan manis, memberikan nilai tambah dalam konsumsi. Keempat, ubi jalar Kidal menunjukkan ketahanan terhadap hama boleng dan hama penggulung daun, sehingga mengurangi risiko kerusakan tanaman. Terakhir, kultivar ini juga tahan terhadap penyakit kudis dan bercak daun, menambah keandalan tanaman dalam menghadapi tantangan penyakit.

18. Ubi Jalar Papua Solossa (2006)

Kultivar ubi jalar Papua Solossa (2006) menonjolkan sejumlah keunggulan. Waktu panen di dataran tinggi hanya membutuhkan 6 bulan, sementara potensi hasilnya mencapai 30 ton per hektar, menjadikannya pilihan yang produktif di lingkungan tersebut. Varian ini menunjukkan ketahanan terhadap penyakit kudis dan memiliki tingkat toleransi yang baik terhadap kekeringan. Meskipun agak peka terhadap hama boleng, karakteristik umum dari kultivar ini menunjukkan potensi adaptasi yang baik di lahan sawah dan tegalan di daerah pegunungan dengan ketinggian minimal 1000 meter di atas permukaan laut. Sebagai pilihan tanaman yang cocok di daerah pegunungan, ubi jalar Papua Solossa menawarkan potensi hasil yang optimal dan ketahanan terhadap kondisi lingkungan tertentu.

19. Ubi Jalar Papua Patippi (2006)

Varian ubi jalar Papua Patippi (2006) memunculkan sejumlah keunggulan yang menarik. Waktu panennya di dataran tinggi hanya mencapai 6 bulan, dengan potensi hasil mencapai 32,5 ton per hektar, memberikan nilai produktivitas yang tinggi. Terdapat ketahanan yang cukup baik terhadap penyakit kudis dan tingkat

kepekaan yang moderat terhadap hama boleng. Selain itu, kultivar ini juga menunjukkan tingkat toleransi yang memadai terhadap kondisi kekeringan.

Rekomendasi untuk penanaman pada lahan sawah dan tegalan di daerah pegunungan dengan ketinggian minimal 1000 meter di atas permukaan laut menandakan adaptabilitas yang baik terhadap lingkungan tertentu. Sebagai pilihan yang cocok untuk pertanian di daerah pegunungan, ubi jalar Papua Patippi menawarkan kombinasi potensi hasil optimal dan kemampuan bertahan terhadap kondisi lingkungan tertentu.

20. Ubi Jalar Sawentar (2006)

Varian ubi jalar Sawentar (2006) menonjolkan berbagai keunggulan yang signifikan. Masa panennya di dataran tinggi hanya memakan waktu 6 bulan, dengan potensi hasil mencapai 30 ton per hektar, memberikan tingkat produktivitas yang tinggi. Varian ini menunjukkan tingkat ketahanan yang baik terhadap penyakit kudis dan tingkat kepekaan yang moderat terhadap hama boleng. Sementara itu, ubi jalar Sawentar juga menunjukkan toleransi yang memadai terhadap kondisi kekeringan.

Rekomendasi penanaman pada lahan sawah dan tegalan di daerah pegunungan dengan ketinggian minimal 1000 meter di atas permukaan laut menandakan kemampuan tanaman ini untuk beradaptasi dengan baik terhadap lingkungan tertentu. Sebagai pilihan yang sesuai untuk pertanian di daerah pegunungan, ubi jalar Sawentar menggabungkan potensi hasil optimal dengan daya tahan terhadap kondisi lingkungan tertentu.

21. Ubi Jalar MSU (-)

Varian ubi jalar MSU menonjolkan sejumlah keunggulan yang menarik. Potensi hasil rata-rata mencapai 27 ton per hektar, dengan masa panen yang relatif singkat, hanya 4—4,5 bulan setelah penanaman. Selain itu, ubi jalar ini memiliki rasa yang

lezat dan kandungan *antosianin* yang tinggi, mencapai 590,8 mg/100g (Nurdjanah dan Yuliana, 2013: 10—14).

Menurut Dewi dan Sutrisno (2014), ketersediaan kultivar ubi jalar ungu di Indonesia sampai saat ini baru 4 kultivar yang sudah di lepas yaitu Antin 1, Antin 2, Antin 3, Ungu Lokal, dan kultivar introduksi adalah Ayamurasaki dan Yagamawa-murasaki. Menurut Handayani (2015), rasa dari ubi jalar ungu tidak semanis ubi jalar putih, hal ini berpotensi mengurangi minat konsumsi masyarakat terhadap ubi jalar ungu meskipun banyak manfaat bagi kesehatan tubuh. Umur panen menjadi faktor yang sangat penting dalam penentuan kualitas produksi umbi yang dihasilkan. Penentuan waktu panen ubi jalar didasarkan atas umur tanaman, berkisar antara 3 – 12 bulan setelah tanam (BST) berdasarkan kriteria masing-masing kultivar. Mendapatkan klon ubi jalar yang memiliki umur panen genjah akan sangat menguntungkan bagi petani. Berdasarkan hal tersebut perakitan dan perbaikan tanaman ubi jalar perlu dilakukan dan penelitian ini diharapkan mampu memperoleh klon ubi jalar yang mengandung antosianin, rasa manis, dan berumur genjah.

Kultivar Unggul - Ubi Jalar Ungu

1. Antin 1

- Potensi hasil $\pm 33,2$ t/ha
- Umur panen 4,5-4 bulan
- Warna daging umbi ungu
- Antosianin 33,89 mg/100 g (bb)
- Agak tahan boleng dan kudis
- Tahan kekeringan



2. Antin 2

- Potensi hasil $\pm 37,1$ t/ha
- Umur panen 4,5-4 bulan
- Warna daging umbi ungu
- Antosianin 130,19 mg/100 g (bb)
- Agak tahan boleng dan kudis



3. Antin 3

- Potensi hasil $\pm 30,6$ t/ha
- Umur panen 4,5-4 bulan
- Warna daging umbi ungu
- Antosianin 150,67 mg/100 g (bb)
- Agak tahan boleng dan kudis



Sumber : <https://ayosebar.com/-56kultivar-unggul-ubi-jalar-ungu>



BAB III

FUNGSI FISILOGI UBI JALAR

Aktifitas Antioksidan

Dampak stres oksidatif dapat menyebabkan munculnya berbagai penyakit kronis, seperti berbagai jenis kanker, penyakit kardiovaskular, radang sendi, diabetes, gangguan autoimun, *neurodegeneratif*, dan proses penuaan. Meskipun tubuh sudah dilengkapi dengan berbagai sistem pertahanan antioksidan internal, termasuk enzim-enzim seperti *superoksida dismutase*, *katalase*, dan *glutation peroksidase*, serta senyawa-senyawa lain seperti asam lipoat, asam urat, asam askorbat, α -tokoferol, dan glutathion, namun seringkali keberadaan enzim-enzim dan senyawa-senyawa tersebut tidak mencukupi kebutuhan. Oleh karena itu, peran antioksidan dari sumber eksternal menjadi penting.

Berbagai jenis tanaman dengan beragam umbi diketahui memiliki potensi sebagai sumber antioksidan. Sebagai contoh, dilaporkan bahwa kulit ubi jalar memiliki efek yang signifikan dalam proses penyembuhan luka. Ini disebabkan oleh kemampuan zat-zat fitokimia yang terkandung dalam kulit ubi jalar untuk melawan

radikal bebas dan menghambat oksidasi lemak (Chimkode *et al.*, 2009; Panda and Sonkamble, 2011). Suzuki *et al.* (1996) mengungkapkan bahwa luka bakar pada tikus yang diberi serat pangan dari ubi jalar mengalami penyembuhan yang lebih cepat, dengan bekas luka yang lebih kecil dibandingkan dengan tikus yang diberi pakan kontrol. Selain itu, ekstrak petroleum eter dari ubi jalar telah terbukti memiliki kemampuan mempercepat proses penyembuhan bekas luka jika dibandingkan dengan kelompok kontrol (Chimkode *et al.*, 2009).

Temuan lain menunjukkan bahwa kelompok uji menunjukkan peningkatan yang signifikan dalam kandungan *hidroksiprolin* jika dibandingkan dengan kelompok kontrol yang mengalami luka. Kenaikan kandungan *hidroksiprolin* ini berkontribusi pada peningkatan sintesis kolagen, yang pada gilirannya mempercepat proses penyembuhan luka. Selain itu, kelompok uji menunjukkan penurunan kandungan *malondialdehyde* jika dibandingkan dengan kelompok kontrol yang terluka. Hal ini mengindikasikan bahwa kulit ubi jalar memiliki efek penghambatan terhadap oksidasi lemak (Panda and Sonkamble, 2011).

Aktivitas Hypoglisemik

Diabetes mellitus merupakan gangguan kronis yang ditandai dengan peningkatan kadar glukosa dalam darah dan dapat menyebabkan komplikasi serius. Beberapa ilmuwan telah melaporkan bahwa ekstrak kulit ubi jalar memiliki aktivitas *hypoglikemik* yang dapat menurunkan kadar glukosa darah pada pasien diabetes. Misalnya, Ludvik *et al.* (2002) menemukan bahwa ekstrak kulit ubi jalar dapat menurunkan kadar glukosa plasma pada pasien diabetes. Selain itu, pada tikus Zucker menunjukkan bahwa ekstrak ubi jalar berdaging dan berkulit putih dapat mengurangi *hiperinsulinemia*, kadar *triasilgliserol* darah (TG), asam lemak bebas (FFA), dan laktat. Pada pemeriksaan histologis pankreas tikus, regenerasi sel-B pulau sel pankreas diamati setelah pengobatan dengan kulit ubi jalar putih. Temuan ini menunjukkan bahwa kulit ubi jalar putih dapat

meningkatkan glukosa dan metabolisme lipid pada *diabetes mellitus* yang resisten terhadap insulin.

Studi lebih lanjut oleh Ludvik *et al.* (2004) mengkonfirmasi efek positif caiapo, ekstrak kulit ubi jalar, pada kadar glukosa dan serum kolesterol pada pasien diabetes tipe 2 yang diobati dengan diet saja. Pengamatan selama 3 bulan menunjukkan peningkatan kontrol glukosa jangka panjang dan penurunan HbA1c secara signifikan. Peningkatan sensitivitas insulin, seperti yang ditunjukkan oleh tes toleransi glukosa intravena (FSIGT), juga menunjukkan bahwa ekstrak caiapo dapat mengurangi resistensi insulin pada pasien diabetes. Hasil ini memberikan dukungan tambahan terhadap manfaat ekstrak kulit ubi jalar putih dalam mengelola diabetes mellitus.

Dalam konteks lain, konsumsi 4 g caiapo per hari selama 6 minggu oleh pasien diabetes tipe 2 juga terbukti dapat mengurangi glukosa darah puasa, total kolesterol, dan low-density lipoprotein (LDL) kolesterol. Meskipun perubahan yang signifikan tidak diamati antara dosis rendah caiapo dan plasebo, pengamatan ini menunjukkan bahwa ekstrak kulit ubi jalar putih dapat memberikan efek menguntungkan terhadap metabolisme glukosa dan lipid pada pasien diabetes.

Dengan temuan ini, penggunaan ekstrak kulit ubi jalar menjadi potensi pendekatan alami yang bermanfaat dalam pengelolaan *diabetes mellitus*, terutama pada mereka yang mengalami resistensi insulin dan memerlukan peningkatan kontrol glukosa darah.

Aktivitas Antikanker

Kanker merupakan penyebab utama kematian global, banyak terkait dengan kebiasaan makan dan gaya hidup yang tidak sehat. Diketahui bahwa kandungan fitokimia dalam ubi jalar telah dilaporkan memiliki efek antikanker terhadap beberapa jenis garis sel karsinoma dan dalam model hewan percobaan.

Huang *et al.* (2004) menyatakan bahwa ekstrak air dari ubi jalar memiliki aktivitas *antiproliferatif* yang lebih tinggi dibandingkan

dengan ekstrak etanol. Kandungan fitokimia dalam ubi jalar dapat memberikan dampak yang signifikan pada aktivitas antioksidan dan antikanker dalam uji *in vitro* (Huang *et al.*, 2004). Dua pigmen *antosianin*, yaitu 3-(6,6'-*caffeylferulylsophoroside*)-5-glukosida dari sianidin (YGM-3) dan peonidin (YGM-6), yang di isolasi dari ubi jalar ungu, secara efektif menghambat mutasi terbalik yang di induksi oleh *mutagenik pirolisis tryptophan* (Trp-P-1, Trp-P-2) dan *imidazoquinoline* (IQ) pada sistem aktivasi *mikrosomal* hati tikus (Yoshimoto *et al.*, 1999).

Antiobesitas

Hwang *et al.* (2011) menyajikan temuan bahwa ubi jalar ungu memiliki potensi sebagai pencegah obesitas. Fraksi *antosianin* dalam ubi jalar ungu terbukti mampu menghambat akumulasi lemak hepatic dengan menginduksi jalur pensinyalan protein *kinase adenosin monofosfat* (AMPK). AMPK memiliki peran kunci dalam mengatur sintesis lemak dalam jaringan metabolik. Pemberian dosis *antosianin* sebanyak 200 mg/kg berat badan per hari selama 4 minggu pada tikus menghasilkan penurunan penambahan berat badan, mengurangi akumulasi *triasilgliserol* di hati, dan meningkatkan parameter serum lemak. Lebih lanjut, pemberian *antosianin* juga meningkatkan fosforilasi AMPK dan asetil koenzim A karboksilase (ACC) di hati dan sel heposit HepG2. Temuan ini memberikan wawasan baru tentang potensi ubi jalar ungu dalam mengatur berat badan dan metabolisme lemak, menawarkan alternatif yang menarik untuk pencegahan obesitas.

Proses pengolahan, seperti pengupasan, pengeringan, dan perlakuan *sulfit*, dapat mengubah sifat *fisiokimia* dan kualitas gizi dari tepung ubi jalar (Ahmed *et al.*, 2010). Tepung ubi jalar umumnya dimanfaatkan untuk meningkatkan karakteristik produk makanan, termasuk warna, rasa, serta rasa manis alami dan peningkatan nutrisi. Penggunaan tepung ubi jalar juga seringkali sebagai pengganti tepung sereal, yang mengandung gluten dan tidak cocok untuk penderita

penyakit celiac (Caperuuto *et al.*, 2000). Tepung ubi jalar yang mengalami pengupasan dan tidak pengupasan, baik dengan atau tanpa perlakuan *sulfit*, menunjukkan tingkat pencoklatan yang lebih tinggi pada suhu 55°C. Meskipun demikian, intensitas pencoklatan tersebut mengalami penurunan seiring dengan peningkatan suhu pengeringan (Ahmed *et al.*, 2010).

Lebih lanjut, kandungan karoten dari semua tepung cenderung menurun seiring dengan peningkatan suhu pengeringan. Total kandungan *fenolik* juga menurun pada suhu pengeringan yang lebih tinggi pada tepung ubi jalar yang mengalami pengupasan dan tidak pengupasan tanpa perlakuan *sulfit*. Tepung ubi jalar yang tidak mengalami pengupasan menunjukkan kandungan *fenolik* yang lebih tinggi, yang didominasi oleh kulit umbi (Mondy and Gosselin, 1988). Tepung ubi jalar yang mendapatkan perlakuan *sulfit* menunjukkan kandungan *fenolat* dan asam askorbat yang lebih tinggi, kemungkinan disebabkan oleh inaktivasi *polifenol oksidase* oleh *sulfit*. Reaksi *sulfit* dengan *kuinin* menghambat aktivitas *polifenol oksidase* dan mengurangi kandungan oksigen (Sapers *et al.*, 1997).

Shih *et al.* (2009) menyelidiki sifat fisiokimia, fisiologis, dan bioaktivitas dari dua kultivar ubi jalar, yakni kuning (kultivar: Tainong 57) dan oranye (kultivar: Tainong 66), yang mengalami pengeringan menggunakan metode berbeda seperti pengeringan beku, udara panas, dan ekstrusi. Ekstraksi dengan menggunakan 70% metanol pada ubi jalar kuning dan oranye menunjukkan perbedaan dalam kapasitas antioksidan. Selain itu, aktivitas antioksidan yang berbeda juga dipengaruhi oleh kondisi atau metode proses yang digunakan (Shih *et al.*, 2009).

Sampel kering dari ubi jalar oranye menunjukkan kandungan *fenolat*, karoten, dan *antosianin* yang tinggi, serta aktivitas penangkalan radikal bebas yang lebih tinggi dibandingkan dengan ubi jalar kuning. Proses ekstrusi secara signifikan meningkatkan aktivitas penangkalan radikal DPPH dan TPC (*total phenolic content*), sementara kandungan *antosianin* dan karoten menurun. Peningkatan kadar asam *fenolat*

setelah ekstrusi dapat disebabkan oleh pelepasan asam *fenolat* terikat dan turunannya dari dinding sel tanaman (Shih *et al.*, 2009). Pengeringan dengan udara panas menyebabkan aktivitas penangkalan radikal DPPH lebih tinggi dibandingkan dengan ubi jalar kuning yang dikeringkan menggunakan *freeze dryer*, namun ubi jalar oranye menunjukkan fenomena yang berlawanan (Shih *et al.*, 2009).

Senyawa *fenolik*, *antosianin*, dan β -karoten dilaporkan sebagai senyawa yang bertanggung jawab dalam bertindak sebagai bioaktivitas (Shih *et al.*, 2009; Kampa *et al.*, 2004). Retensi β -karoten menurun dengan lama perebusan, pengukusan, dan pemanasan menggunakan microwave oven. Perebusan selama 50 menit mengurangi sepertiga kandungan β -karoten, sementara pengukusan mengurangi kandungan β -karoten lebih banyak dibandingkan dengan perebusan. Pemanasan dengan microwave menyebabkan degradasi tertinggi (Wu *et al.*, 2008).

Hepatotektor

Hati atau hepar merupakan salah satu organ yang dapat mengalami kerusakan oleh berbagai penyebab antara lain virus dan bakteri yang terbawa makanan, *hemochromosis*, gangguan metabolisme, gumpalan pada vena porta maupun penggunaan obat-obatan secara berlebihan seperti parasetamol, *rifampisin*, *hidroksi urea* serta penggunaan alkohol berlebih dalam tubuh. Parasetamol adalah jenis obat-obatan yang dijual bebas dan sering di konsumsi oleh masyarakat untuk penurun panas, demam serta penghilang rasa nyeri. Penggunaan parasetamol secara over dosis dalam jangka waktu lama dapat menyebabkan kerusakan organ hati yang fatal (Mallet *et al.*, 2017).

Parasetamol (*asetaminofen*) merupakan analgesik yang umum digunakan dan dianggap aman pada dosis di bawah 4,0 gram per hari. Namun, overdosis akut, dosis kronis lebih dari 4—6 g/hari dapat menyebabkan *hepatotoksitas*. Berdasarkan hasil kajian dari kelompok studi gagal hati akut pada rata-rata pasien di Amerika yang menggunakan parasetamol overdosis 7,5 g per hari, kisaran

1,0—78 g dapat menyebabkan gagal hati akut. *Hepatotoksitas* terkait parasetamol terjadi melalui urutan yang kompleks, dalam dosis tunggal yang tinggi 15 g atau lebih, parasetamol menyebabkan cedera hati melalui metabolit toksik, NAPQI (*N-asetil-p-benzokuinon imina*). Selain itu paracetamol telah dipostulasikan menyebabkan cedera hati dengan mekanisme termasuk penipisan glutathione, stres oksidatif dan disfungsi mitokondria yang menyebabkan hilangnya adenosin trifosfat (Clark *et al.*, 2012).

Kerusakan pada organ hati adalah ancaman yang cukup serius bagi kesehatan manusia. Hal ini disebabkan karena hati merupakan salah satu organ penting yang mempunyai banyak fungsi dalam metabolisme terutama metabolisme obat-obatan yang masuk dalam tubuh (detoksifikasi). Hati memiliki keterbatasan dalam fungsi detoksifikasi akibat efek overdosis zat toksik seperti penggunaan paracetamol. Di AS penggunaan paracetamol dalam pengawasan ketat oleh Food and Drug Administration (FDA) karena risiko *hepatotoksitas* terkait overdosis yang disengaja. Berdasarkan data penggunaan paracetamol yang lebih mengkhawatirkan bertanggung jawab atas sekitar 48% dari semua diagnosis gagal hati aku (Herndon & Dankenbring, 2014). Salah satu indikator spesifik kerusakan hati dapat ditunjukkan dengan peningkatan serum glutamic pyruvic transaminase (SGPT) atau enzim aspartate aminotransferase (AST) dan serum glutamic oxaloacetic transaminase (SGOT) atau alanin aminotransaminase (ALT). Pemeriksaan SGPT adalah indikator yang lebih spesifik daripada SGOT karena enzim SGPT sumber utamanya dari hati, sedangkan SGOT juga dihasilkan pada jaringan lain terutama jantung, ginjal, otak dan otot rangka (Wang *et al.*, 2017; Angelia, 2019).

Akibat kurangnya obat pelindung hati yang dapat diandalkan, senyawa antioksidan yang diekstrak dari tanaman seperti *antosianin* sangat dimungkinkan digunakan untuk pencegahan dan pengobatan penyakit hati. Hasil pengamatan menunjukkan pasien penyakit hepar akut yang mengonsumsi jus ubi jalar ungu selama 44 hari berturut-

turut dapat meredakan penyakit sebesar 20%, menurunkan kadar serum AST dan ALT serta *glutamil transferase* (GGT) dan dapat menghambat kerusakan hati akibat kolesterol dan D-galaktosa, dan pasien pecandu alkohol (A. Li *et al.*, 2019).

Antosianin ubi jalar ungu dapat secara efektif menghilangkan radikal hidroksil dan mengurangi terjadinya *peroksidasi lipid* sehingga memiliki efek perlindungan pada kerusakan hati. Mekanisme penghambatan *antosianin* ubi jalar ungu secara ekologi mengurangi kerusakan yang disebabkan oleh tersier butyl-hidroperoksida yang secara signifikan mengurangi insiden lesi hati, dan secara efektif menghambat produksi oksigen reaktif, menghambat obesitas yang di induksi diet tinggi lemak dan akumulasi lemak hati terkait aktivitas jalur protein kinase yang di aktifkan adenosin monofosfat dan adipogenesis sehingga mengurangi sensitivitas stress oksidatif dan resistensi insulin pada hati (Hwang *et al.*, 2011; Zhang *et al.*, 2016).



BAB IV

PIGMENT TANAMAN

Definisi Pigmen

Pigmen merupakan senyawa warna yang secara signifikan memengaruhi tampilan visual suatu benda atau zat. Kehadiran pigmen dalam berbagai bentuk, baik dalam dunia alami maupun dalam aplikasi manusia, memberikan kontribusi penting terhadap berbagai aspek kehidupan sehari-hari. Salah satu kelompok pigmen yang menarik perhatian secara luas adalah *antosianin*. *Antosianin* adalah pigmen tanaman yang bertanggung jawab atas berbagai warna pada bunga, buah, dan daun, termasuk warna ungu pada ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas L.*).

Keberadaan *antosianin* tidak hanya memberikan keindahan visual pada tanaman, tetapi juga mengandung potensi kesehatan yang menarik. Seiring dengan perkembangan pengamatan dalam bidang biokimia dan nutrisi, peran *antosianin* dalam mendukung kesehatan manusia semakin menjadi fokus utama. *Antosianin* memiliki sifat antioksidan yang dapat membantu melawan radikal bebas dan meredakan stres oksidatif dalam tubuh.

Pada tingkat molekuler, *antosianin* menarik perhatian karena kemampuannya untuk menyerap cahaya pada daerah spektrum

ultraviolet (UV) dan tampak. Kualitas ini menjadikan *antosianin* sebagai respons alami tanaman terhadap paparan sinar matahari dan lingkungan sekitarnya. Selain itu, senyawa ini dapat berinteraksi dengan senyawa-senyawa lain dalam tanaman, memberikan kontribusi terhadap sistem pertahanan dan pertumbuhan tanaman.

Pigmen alami merupakan senyawa warna yang dapat dihasilkan oleh berbagai sumber, termasuk tumbuhan, mikroorganisme, dan matriks hewan. Menurut Neri-Numa *et al.* (2017), struktur pigmen alami dapat dikelompokkan ke dalam beberapa kategori utama, seperti turunan isoprenoid (contohnya, karotenoid dan iridoid), turunan *benzopiran* (*antosianin* dan pigmen flavonoid lainnya), kuinon (benzokuinon, naftokuinon, dan *antrakuinon*), turunan *tetrapiol* (seperti klorofil dan warna *heme*), senyawa *N-heterosiklik* yang berbeda dari *tetrapiol* (*purin*, *pterin*, *flavin*, *fenazin*, *fenoksazin*, dan *betalain*), serta melanin.

Hasmidah *et al.* (2018) juga memberikan pengelompokan pigmen alami berdasarkan sumbernya, yang dapat ditemukan pada tanaman, hewan, serangga, dan mikroorganisme. Klasifikasi pigmen alami juga dapat dilakukan berdasarkan warna yang dihasilkan, seperti warna biru, merah, dan kuning. Selain itu, pigmen alami dapat diklasifikasikan berdasarkan struktur kimianya, termasuk dalam kelompok pewarna *indigoid*, *pyridine*, *carotenoid*, *quinoid*, *flavonoid*, *dihydropyran*, *betalain*, dan *tannin*.

Dengan demikian, pemahaman mengenai ragam struktur dan sumber pigmen alami ini menjadi esensial dalam konteks pengembangan pewarna alami untuk berbagai keperluan, termasuk industri pangan, tekstil, dan kosmetik. Pengklasifikasian pigmen alami berdasarkan sumber dan karakteristik kimianya memberikan landasan yang kuat untuk pengamatan lebih lanjut terkait aplikasi dan manfaatnya dalam berbagai industri.

Kandungan Pigmen

Pigmen merupakan komponen yang memberikan warna pada berbagai benda atau zat, dan keberadaannya memainkan peran sentral dalam estetika visual dan fungsionalitas di berbagai bidang kehidupan. Kandungan pigmen dapat ditemukan dalam berbagai bentuk dan sumber, baik alami maupun sintetis, dan memiliki peran penting dalam mempengaruhi persepsi manusia terhadap warna dalam konteks seni, industri, dan ilmu pengetahuan.

Khususnya, kandungan pigmen alami menjadi topik pengamatan yang menarik, memperoleh perhatian dari berbagai disiplin ilmu seperti biokimia, botani, dan teknologi pangan. Pigmen alami sering kali terkait dengan senyawa-senyawa kompleks yang menciptakan palet warna yang luas, terutama di dunia tumbuhan, mikroorganisme, dan hewan. Menurut Neri-Numa *et al.* (2017), struktur pigmen alami dapat bervariasi dari turunan *isoprenoid*, turunan *benzopiran*, *kuinon*, turunan tetrapirrol, senyawa *N-heterosiklik*, hingga melanin.

Kandungan pigmen alami tidak hanya memperkaya keberagaman warna dalam dunia hayati, tetapi juga sering kali terkait dengan manfaat kesehatan. Beberapa pigmen alami, seperti *antosianin* dalam buah-buahan berwarna gelap, diketahui memiliki sifat antioksidan yang dapat mendukung kesehatan manusia.

Hasmidah *et al.* (2018) juga menunjukkan bahwa pigmen alami dapat berasal dari berbagai sumber, termasuk tanaman, hewan, serangga, dan mikroorganisme. Pengklasifikasian pigmen alami berdasarkan warna dan struktur kimia memberikan wawasan yang mendalam mengenai keragaman pigmen alami tersebut.

Pengelompokan Pigmen

Pengelompokan jenis pigmen, warna dan sumber tanaman penghasil pigmen tertera pada Tabel berikut ini.

Tabel 5.1 Kelompok Pigmen, Struktur Dasar, Warna dan Sumber Tanaman Penghasil Pigmen

Jenis Pigmen	Sub Grup	Struktur Dasar	Warna	Sumber
Klorofil	Klorofil a dan klorofil b	Cincin klorin	Hijau	Semua tanaman berwarna hijau
Flavonoid	<i>Antosianin</i> , pro-antosianidin, isoflavonoid, flavonol, flavon, kalcon, auron, flavandioli dan phlobaphen	15-karbon benzo-pyran skeleton	Ungu, biru, merah, kuning	Blueberry, blackberry, terong ungu, (wortel hitam, kobis merah, ubi jalar ungu) aneka jenis bunga
Karotenoid	Karotin dan xantofil	40-karbon polyene rantai hidrokarbon	Merah, oranye, kuning, pink	Jeruk, paprika, wortel, pisang
Betalain	Betasianin dan betaxantin	Indole derivat glikosida	Merah, violet, oranye, kuning	Buah naga, bit kaktus, pear,

Sumber: C. Chen, 2015 ; E.A Saati, 2016; Khoo et al., 2017; Priska, et al. (2018).

Pada dasarnya struktur kimia pigmen tanaman terbentuk dari tiga unsur yaitu karbon, hidrogen dan oksigen, tetapi terdapat beberapa jenis pigmen yang mengandung unsur nitrogen dan magnesium. Kelompok klorofil merupakan pigmen yang memberikan warna hijau dan banyak ditemukan pada tanaman, alga dan beberapa spesies bakteri. Klorofil, dalam tanaman sebagian besar akan terdistribusi pada daun tetapi klorofil terdapat juga dalam buah, biji, batang dan akar Nugraheni (2012). Molekul klorofil adalah pigmen *magnesium-tetrapirrol* yang memberikan ciri khas warna hijau pada tumbuhan, alga, dan cyanobacteria dan merupakan pigmen utama yang digunakan dalam fotosintesis tanaman. Molekul klorofil memfasilitasi konversi radiasi matahari yang diserap menjadi energi kimia yang tersimpan, melalui pemanenan energi cahaya, mentransfer energi eksitasi ke pusat reaksi, dan mendorong pemisahan muatan di pusat reaksi (Croft & Chen, 2017).

Dalam tanaman, pigmen alami memiliki corak dan warna yang beranekaragam tergantung pada struktur anatomi dan bagian tanaman yang menghasilkan pigmen tersebut. Daun, batang, bunga, buah, umbi dan akar adalah bagian tanaman yang menghasilkan warna alami. Pigmen yang dihasilkan oleh bagian tanaman antara lain berwarna hijau, kuning, ungu, merah dan lain-lain. Golongan karotenoid adalah kelompok pigmen yang menghasilkan warna kuning, jingga dan merah, secara alami terdapat pada tumbuhan dan hewan seperti tomat, wortel, jeruk, lobster dan lain-lain. Karotenoid yang terdapat dalam tanaman merupakan pigmen yang membantu klorofil untuk penyerapan cahaya pada saat proses fotosintesis. Kurang lebih 3000 jenis karotenoid terdapat di alam dan beberapa jenis diketahui bermanfaat untuk kesehatan karena bersifat sebagai antioksidan alami, mencegah penyakit kanker dan berfungsi menjaga kesehatan mata.

Saat ini ekstrak karotenoid sudah banyak digunakan dalam berbagai produk makanan dan sebagai *nutrisetikal*. Karotenoid yang terdapat dalam tanaman misalnya beta-karoten yang terdapat pada buah-buahan yang berwarna kuning dan merah, *likopen* pada tomat, *kapsantin* dalam lombok merah. Karotenoid yang memiliki gugus hidroksil disebut *xantofil* misalnya *kriptoxantin* yang mempunyai rumus molekul mirip betakaroten dan banyak ditemukan pada jagung yang berwarna kuning, pepaya, dan jeruk keprok (Nugraheni, 2012; Maleta *et al.*, 2018).

Salah satu jenis pigmen yang menghasilkan aneka warna menarik merah, biru dan ungu adalah golongan flavonoid misalnya *antosianin* yang terdapat pada sayuran, bunga, buah, akar dan umbi. *Antosianin* dalam tanaman berfungsi menarik penyerbuk ke bunga dan memberi sinyal kepada herbivora dan agen penyebaran benih dari buah yang matang atau lainnya. Dalam kondisi stres akibat cahaya, *antosianin* dapat berfungsi melindungi peralatan fotosintesis daun dari kerusakan karena kelebihan cahaya dengan secara kompetitif menyerap cahaya datang dan mengubahnya menjadi panas. Selain

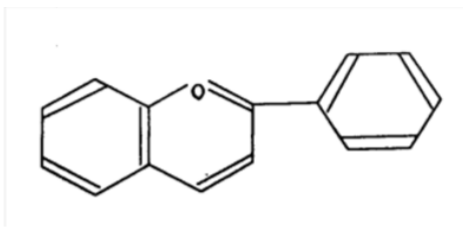
itu, sifat antioksidan *antosianin* juga dapat memainkan peran penting dalam melindungi daun dari stres oksidatif. Pigmen *antosianin* pada sel tanaman ditemukan dalam vakula dan secara alami berbentuk *glikosida* dari *flavylium* atau *2-phenyl benzopyriliium* termasuk turunan *benzopyran* yang memiliki karakteristik adanya dua cincin *benzene aromatik*. *Antosianin* merupakan kelompok *glikosida* yang terbentuk dari *aglikon* dan *glikon* (Nurtiana, 2019; Silva *et al.*, 2016).

BAB V

MENGENAL ANTOSIANIN

Struktur Antosianin

Antosianin, yang merupakan zat warna alami dalam golongan flavonoid, memiliki tiga atom karbon yang terikat oleh sebuah atom oksigen untuk menghubungkan dua cincin aromatik benzene (C_6H_6) dalam struktur utamanya. Asal kata “*antosianin*” berasal dari bahasa Yunani yang artinya bunga berwarna biru (Hambali dkk, 2014: 25—35). *Antosianin* memiliki kerangka karbon yang khas ($C_6C_3C_6$), dengan struktur dasarnya sebagai 2-fenil-benzofirilium dari garam flavylium (Santoso dan Estiasih, 2014: 121—127). Struktur flavilium *antosianin* dapat dilihat pada gambar 1.

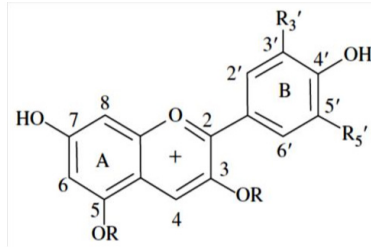


Gambar 4.1 Struktur Flavilium Antosianin

Sumber: Siregar, 2016.

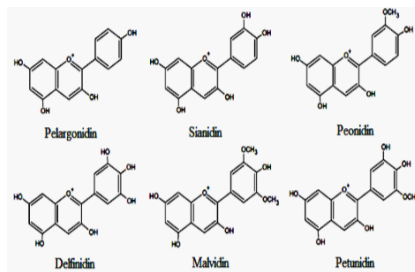
Dari segi kimia, *antosianin* dapat dianggap sebagai turunan struktur aromatik tunggal, yakni sianidin. Perbedaan antara jenis-jenis *antosianin* terletak pada ikatan antara gugus R_{3'} dan R_{5'} dengan cincin aromatik *antosianin* (Siregar, 2016). Struktur dasar *antosianin* dapat dilihat pada gambar di bawah ini.

1. Gambar 4.2



	R _{3'}	R _{5'}
Pelargonidin	H	H
Sianidin	OH	H
Delfinidin	OH	OH
Peonidin	OCH ₃	H
Petunidin	OH	OCH ₃
Malvidin	OCH ₃	OCH ₃

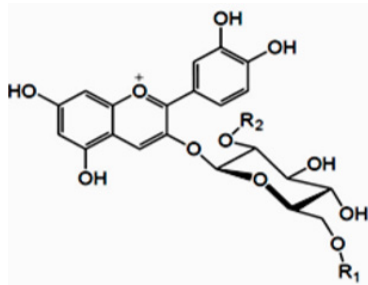
2. Gambar 4.3



- Struktur *Antosianin* (R_{3'} dan R_{5'}: Gugus Substitusi; R: Jenis Glikon (Gugus Gula));
- Bentuk Struktur Antosianidin (Rosyida, 2014).

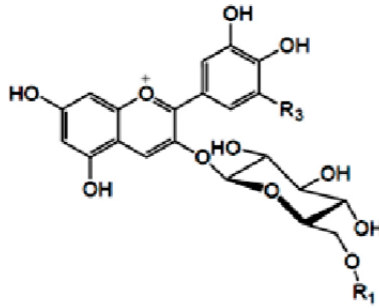
Sebanyak 20 jenis *antosianin* masing-masing mempunyai jumlah 15 atom karbon (C15) di luar gugus substitusinya, dimana gugus R^{3'} dan R^{5'} yang merupakan gugus substitusi terbentuk dari pigmen sianidin dengan penambahan atau pengurangan gugus hidroksil; posisi gugus hidroksil; metilasi gugus hidroksil; nomor dan lokasi gula yang terikat pada molekul; serta asam alifatik (asam malonat, asetat, malat, suksinat dan oksalat); atau asam aromatik (asam p-kumarat, kafeat, ferulat, sinapat dan galat) yang menempel pada gula tersebut (Kamiloglu dkk, 2015). Hal ini mempengaruhi warna yang akan diekspresikan oleh *antosianin* dan juga mempengaruhi kestabilannya (Lukitasari dkk, 2017: 1—9). Beberapa jenis *antosianin* yang terdapat pada tanaman dapat dilihat strukturnya pada gambar di bawah ini.

Gambar a.



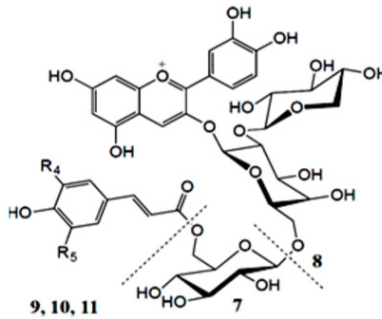
	R ₁	R ₂
sianidin 3-(2-(xilosil)glukosida)	H	xyl
sianidin 3-glukosida	H	H
sianidin 3-(6-(ramnosil)-2-(xilosil)glukosida)	rha	xyl
sianidin 3-(6-(ramnosil)glukosida)	rha	H

Gambar b.



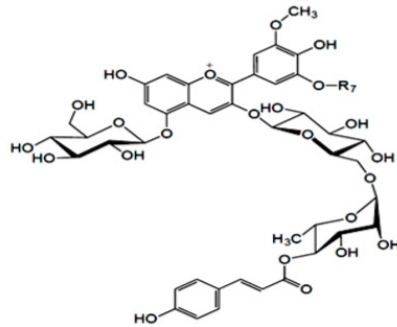
	R ₁	R ₃
sianidin 3-glukosida	H	H
sianidin 3-(6-(ramnosil)glukosida)	rha	H
delfinidin 3-glukosida	H	OH
delfinidin 3-(6-(ramnosil)glukosida)	rha	OH

Gambar c.



	R ₄	R ₅
sianidin 3-(6-(glukosil)-2-(xilosil)galaktosida)	-	-
sianidin 3-(2-(xilosil)galaktosida)	-	-
sianidin 3-(6-(6-(sinapoil)glukosil)-2-(xilosil)galaktosida)	OCH ₃	OCH ₃
sianidin 3-(6-(6-(feruloil)glukosil)-2-(xilosil)galaktosida)	OCH ₃	H
sianidin 3-(6-(6-(<i>p</i> -kumaroil)glukosil)-2-(xilosil)galaktosida)	H	H

Gambar d.



	R ₇
petunidin 3-(6-(4-(<i>E-p</i> -kumaroil)ramnosil)glukosida)-5-glukosida (petanin)	H
malvidin 3-(6-(4-(<i>E-p</i> -kumaroil)ramnosil)glukosida)-5-glukosida	CH ₃

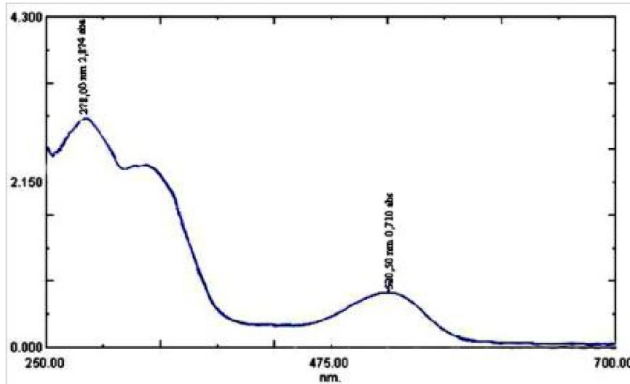
Gambar 4.4 Struktur Beberapa Jenis *Antosianin* pada Tanaman: a.) Ceri Mahaleb; b.) Blackcurrant; c.) Wortel Hitam; d.) Tomat “Sun Black”

Sumber: Blando, 2018.

Gugus kromofor dan tipe gula yang terikat pada *antosianin* menyebabkan absorpsi cahaya pada *antosianin* berbeda dari spektrum UV-Vis. Adanya ikatan rangkap terkonjugasi pada gugus kromofor yang terdapat dalam struktur *antosianin* membuat *antosianin* dapat menyerap cahaya pada daerah sinar tampak, sehingga memungkinkan analisis pigmen tersebut secara *spektroskopi*. Makin banyak dan panjang susunan ikatan rangkap terkonjugasi pada struktur *antosianin*, warna yang dihasilkan pada tanaman akan semakin kuat dan mengakibatkan penyerapan cahaya UVvis terjadi pada panjang gelombang yang lebih panjang. Hal ini disebabkan energi yang diperlukan untuk mengalami transisi pada ikatan rangkap terkonjugasi makin kecil, sehingga absorpsi akan semakin bergeser ke panjang gelombang yang lebih besar (Monica, 2013).

Antosianin memiliki kemampuan khusus untuk menyerap cahaya pada daerah serapan ultraviolet (UV) hingga violet, walaupun lebih

efektif pada daerah tampak dalam spektrum. Penyerapan *antosianin* terjadi pada rentang panjang gelombang 250—700 nm, dengan dua puncak yang mencolok, yaitu pada panjang gelombang sekitar 278 nm untuk gugus gula (glikon) dan puncak utama pada panjang gelombang 490—535 nm untuk *antosianin* (aglikon). Spektrum penyerapan *antosianin* dapat dilihat pada Gambar dibawah ini.



Gambar 4.5 Pola Spektra *Antosianin* dengan Gugus Gula (*Glikon*)
 Sumber: Hardiyanti, 2013.

Jika gugus gula dari masing-masing struktur *antosianin* yang sering ditemukan di alam seperti: *pelargonidin*, *sianidin*, *peonidin*, *delfinidin*, *petunidin*, dan *malvidin* dihilangkan oleh adanya hidrolisis asam, maka molekul yang tersisa merupakan sebuah aglikon dan akan menyerap cahaya pada panjang gelombang yang bervariasi. Variasi panjang gelombang ke-enam *antosianin* tersebut dapat dilihat pada Tabel di bawah ini.

Tabel 4.1 Panjang Gelombang (λ) Maximum Serapan Cahaya Tampak dari 6 Jenis *Antosianin*

Aglikon	λ_{max} (nm)/warna
Pelargonidin	494 nm/oranye
Sianidin	506 nm/oranye - merah
Peonidin	506 nm/oranye - merah
Delfinidin	508 nm/merah
Petunidin	508 nm/merah
Malvidin	510 nm/ kebiruan- merah

Antosianin memiliki sifat hidrofilik yang memudahkannya larut dalam air (Husna, 2013). Selain bersifat hidrofilik, *antosianin* juga dapat larut dalam pelarut organik yang bersifat polar seperti etanol, metanol, aseton, dan kloroform (Kristiana, 2012). Kestabilan *antosianin* dalam air maupun pelarut polar yang bersifat netral atau basa dapat lebih dimantapkan dengan penambahan asam organik seperti asam asetat, asam sitrat, atau asam klorida (Sipahli, 2017). Kombinasi pelarut polar dengan asam organik yang tepat hingga mendapatkan kondisi pH yang sangat asam (pH 1–2) dapat lebih memantapkan kestabilan *antosianin* dalam bentuk kation flavium merah, sedangkan apabila pelarut dikombinasikan dengan asam lemah maka perubahan warna *antosianin* akan berubah menjadi warna merah memudar pada pH 3; merah keunguan pada pH 4; ungu pada pH 5–6; dan ungu biru pada pH 7.

Kondisi bebas cahaya, temperatur rendah, *kopigment*, ion logam, oksigen, enzim, konsentrasi, dan tekanan pun menjadi faktor penting agar kestabilan *antosianin* tetap terjaga sehingga kesetimbangan *antosianin* tidak mudah bergeser dan pada akhirnya mengalami degradasi (Marszalek, 2017). Ketidakstabilan dalam struktur *antosianin* menyebabkan senyawa ini mudah mengalami hidrolisis pada ikatan *glikosidik* dan cincin aglikon menjadi terbuka, sehingga membentuk berbagai aglikon yang labil, serta gugus karbinol dan kalkon yang tidak berwarna.

Fungsi dan Pemanfaatan Antosianin

Antosianin pada tanaman memiliki berbagai peranan penting, yaitu: 1.) Menambah daya tarik serangga dan hewan guna membantu proses penyerbukan dan penyebaran biji yang merupakan dasar kimia pembentukan warna bunga pada golongan tanaman berbiji tertutup (*angiospermae*); 2.) Melindungi tanaman dari berbagai cekaman abiotik dan biotik, seperti: *antosianin* berkontribusi dalam mengatur pergerakan osmotik zat terlarut serta menyesuaikan dengan keadaan musim kemarau yang panjang dan embun beku dalam sel

epidermis bagian atas permukaan daun; Meningkatkan pertahanan diri tanaman terhadap infeksi dan kerusakan yang disebabkan oleh jamur dan menjadi kamuflase terhadap hama; Menyerap sejumlah energi untuk meningkatkan suhu daun dan mencegahnya dari suhu yang rendah; Foto protektor pada kloroplas terhadap kerusakan yang disebabkan oleh intensitas cahaya tinggi dari radiasi sinar UV-B pada panjang gelombang 280-320 nm, sehingga menyebabkan degradasi protein, pero-oksidasi lipid, penghambatan reaksi fotosintesis, serta berkurangnya biomassa dan mengganggu pertumbuhan tanaman (Priska dkk, 2018: 84).

Sifat *antosianin* yang mudah larut dalam air juga memainkan fungsi dan peranan penting yang berdampak positif bagi lingkungan. Berdasarkan hasil riset, *antosianin* yang berasal dari air limbah pengalengan kacang hitam mampu menyerap dan mencegah sinar matahari untuk masuk ke dalam air, yang mana sinar matahari ini akan menghambat pertumbuhan bakteri tertentu yang mampu mendegradasi kotoran di dalam air dan memperlambat fotosintesis pada tanaman perairan.

Sebagai senyawa bioaktif, adanya susunan ikatan rangkap terkonjugasi pada struktur *antosianin* membuat *antosianin* tidak saja berfungsi pada tanaman itu sendiri melainkan mampu memfungsikan *antosianin* sebagai senyawa penghancur dan penangkal radikal bebas alami atau yang lebih dikenal sebagai senyawa antioksidan alami pada manusia [38]. Semakin banyak gugus hidroksil *fenolik* dalam struktur *antosianin* dapat meningkatkan fungsi antioksidannya. *Antosianin* dapat memangsa berbagai jenis radikal bebas turunan oksigen reaktif, seperti hidroksil (OH^*), peroksil (ROO^*), dan oksigen tunggal (O_2^*). Radikal bebas ini di dalam tubuh dibentuk oleh sistem enzim prooksidatif, oksidasi lipid, irradiasi, inflamasi, merokok, nikotin, bahan kimia lainnya, dan polusi udara. Berikut aktivitas antioksidan dari beberapa jenis *antosianin* dan antosianidin disajikan pada Tabel di bawah ini.

Tabel 4.2 Total Aktivitas Antioksidan *Antosianin*

Antioksidan	Famili	Aktivitas Antioksidan (mM)
Delpinidin	Antosianidin	4.44 ± 0.11
Sianidin	Antosianidin	4.40 ± 0.12
Kerasianin	Antosianin	3.25 ± 0.10
Ideain	Antosianin	2.90 ± 0.03
Apigenidin	Antosianidin	2.35 ± 0.20
Peonidin	Antosianidin	2.22 ± 0.20
Malvidin	Antosianidin	2.06 ± 0.10
Oenin	Antosianin	1.78 ± 0.02
Pelargonidin	Antosianidin	1.30 ± 0.10

Fungsi antioksidan dari *antosianin* memiliki berbagai macam manfaat dalam mencegah berbagai penyakit degeneratif, seperti pencegahan penyakit kardiovaskuler oleh karena aterosklerosis yaitu dengan cara menghambat dan menurunkan kadar kolesterol dalam darah yang disebabkan oleh oksidasi LDL. Atau dengan kata lain, *antosianin* melindungi membran sel lemak dari oksidasi. Kadar kolesterol yang diturunkan oleh *antosianin* dalam hal ini mencapai hingga 13,6%, apabila mengonsumsi *antosianin* selama ±12 minggu dengan rata-rata konsumsi *antosianin* pada wanita antara 19,8—64,9 mg dan pada pria sekitar 18,4 –44,1 mg setiap hari. Proses penghambatan ini terjadi melalui mekanisme pemutusan rantai propagasi dari radikal bebas, dimana semua gugus hidroksil (OH) pada cincin B dapat menyumbangkan atau berperan sebagai donor elektron atau hidrogen sehingga terjadi pembersihan atau pencegahan terhadap radikal bebas.

Beberapa hasil riset menunjukkan *antosianin* berfungsi sebagai anti diabetes; anti hipoglikemik; anti hipertensi; anti kanker;

anti inflamasi; pencegah kemerosotan daya ingat dan kepikunan (*neuroprotektan*); anti mutagenik; anti katarak; anti arthritis; anti infertilitas; anti mikroba; antiaging; pencegah gangguan fungsi hati; serta anti obesitas yang disebabkan oleh adanya proses oksidasi yang terjadi secara terus menerus di dalam tubuh, sehingga menyebabkan kerusakan sel atau pertumbuhan sel yang tidak bisa dikendalikan menjadi lipid peroksida atau malondialdehyde (MDA) yang berujung pada kematian sel di berbagai jaringan tubuh. Untuk itu pemanfaatan *antosianin* lebih sering digunakan dalam bidang kesehatan, *antosianin* berpotensi sebagai sediaan farmasi dalam industri kosmetik maupun dalam pembuatan obat untuk mencegah dan menyembuhkan berbagai macam penyakit kronis (Priska dkk, 2018: 85).

Dalam bidang pangan, *antosianin* digunakan sebagai zat aditif atau bahan tambahan pangan (BTP) yang ditambahkan ke dalam bahan makanan dan minuman. Sebagai BTP, *antosianin* bertindak sebagai pewarna makanan dan minuman alami seperti warna *antosianin* dari beberapa jenis buah-buahan dan bunga dibuat dalam bentuk bubuk kering atau konsentrasi pekat untuk selanjutnya ditambahkan ke dalam pembuatan makanan dan minuman ringan, buah-buahan kering, ice cream, selai, susu kedelai, santan, agar-agar, mie, dan yogurt. Selain itu pada bahan makanan, *antosianin* dapat direaksikan dengan senyawa kimia lain seperti *brazilein* (senyawa *fenolik*); polimer-polimer dari *antosianin*; dan logam untuk membentuk ikatan baru yang akan melindungi kation flavilium *antosianin* yang reaktif dari serangan molekul air (*kopigmentasi*), sehingga menyebabkan warna makanan dapat lebih stabil.

Antosianin digunakan sebagai pengganti natrium nitrit dalam fermentasi produk daging, hal ini dikarenakan *antosianin* memiliki kualitas karakteristik yang hampir sama dengan natrium nitrit. Pada bahan maupun kemasan makanan, *antosianin* tidak menimbulkan kerusakan karena memiliki aktivitas antivirus; anti jamur; dan anti bakteri tinggi yang dapat melindungi makanan dari pembusukkan mikroba, serta tidak memberikan efek samping yang berbahaya

(beracun) dibandingkan penggunaan pewarna sintetis. Tidak saja pada makanan, peranan *antosianin* sebagai pewarna alami pun mengalami modifikasi yaitu digunakan dalam pewarnaan rambut dengan menggunakan larutan mordan tunjung ($\text{Fe}(\text{SO}_4)$) sebagai zat penguat warna; sedangkan di Jepang, *antosianin* digunakan sebagai pewarna kertas *awobana*.

Kepolaran *antosianin* yang cukup tinggi pada beberapa jenis tanaman seperti pada tanaman kubis ungu (*Brassica oleracea L.*), ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas*), bit merah (*Beta vulgaris*), bunga kembang sepatu (*Hibiscus rosa-sinensis*), bunga rosela (*Hibiscus sabdarifa*) menyebabkan *antosianin* memiliki aplikasi potensi pemanfaatan dalam titrasi asam basa sebagai indikator asam basa alami. Sebagai indikator, *antosianin* salah satunya dimanfaatkan sebagai biosensor kerusakan pada berbagai jenis daging ternak yang digunakan sebagai bahan makanan karena adanya proses pembusukan oleh mikroba

Biosintesis Antosianin

Cekaman abiotik dan biotik pada tanaman dapat menyebabkan biosintesis *antosianin*, hal ini dikarenakan adanya perubahan kondisi lingkungan stres dapat meningkatkan pertahanan hidup dari tanaman itu sendiri. Pada kebanyakan jenis tanaman, penyusunan gen dalam jalur biosintesis *antosianin* serta berbagai mekanismenya sebagian besar diatur pada tahapan transkripsi/penyalinan. Jalur biosintesis *antosianin* secara umum dimulai dari *fenil propanoid* dimana berkaitan dengan tahapan utama metabolisme, yaitu mengubah substrat L-fenilalanin menjadi asam sinamat menggunakan enzim fenilalanin amonia liase (PAL) [80]. Asam sinamat dengan bantuan enzim sinamat 4-hidroksilase (C4) dan 4-kumarat koenzimA ligase (4CL) diubah menjadi 4-kumarat koenzimA. Selanjutnya, 4-kumarat koenzim A dikatalisis oleh enzim kalkon sintase (CS), kalkon isomerase (CI) dan flavanon 3hidroksilase (F3) untuk membentuk dihidroflavonol. Pada tahap akhir, dihidroflavonon dikatalisis oleh enzim dihidroflavonol 4-reduktase (DFR) menjadi leukoantosianidin,

yang mana leukoantosianidin ini akan dikonversikan menjadi antosianidin dan *antosianin* oleh enzim antosianidin sintase (ANS).

Untuk mengatur ekspresi dari penyandian gen pada biosintesis *antosianin* adalah melalui sebuah agen transkripsi, seperti: enzim dihidroflavonol 4-reduktase (DFR) dan enzim antosianidin sintase (ANS), serta enzim-enzim lain yang telah dimodifikasi dan diatur oleh kompleks terner yang disebut dengan MBW (kompleks MBW). MBW ini tersusun dari R2R3-MYB, basic helix-loop-helix (bHLH), dan protein WD40 yang diulang. Pada tanaman monokotil dan dikotil memiliki pengaturan/regulasi gen berbeda, dimana untuk tanaman monokotil semua gen pada jalur flavonoid di regulasi secara bersamaan sebagai unit tunggal oleh kompleks MBW.

Sedangkan untuk kasus regulasi pada tanaman dikotil lebih kompleks. Jalur yang di regulasi sekitar dua pasang berlainan secara terkoordinasi mengatur unit, dimana pada tahap awal menuju pada *biosintesis flavonol* dan *flavon* sedangkan pada tahap akhir menuju pada produksi proantosianidin dan *antosianin*. Pada tahap akhir menunjukkan adanya perbedaan dengan tahap awal, dimana pada tahap awal tidak memerlukan kompleks MBW.

Pada tanaman dikotil, hasil identifikasi agen-agen transkripsi pada R2R3-MYB mencakup Production of Anthocyanin Pigmentation 1 (PAP1), PAP2, MYB113, dan MYB114. Pada bHLH, agen-agen transkripsinya mencakup Transparent Testa 8 (TT8), Glabra 3 (GL3), dan Enhancer of Glabra 3 (EGL3), dan hanya satu protein WD40 yang diulang yaitu Transparent Testa Glabra 1 (TTG1), semuanya telah diidentifikasi. Protein-protein bHLH mengikat MYB dan TTG1 untuk membentuk kompleks MBW, yang bertujuan untuk mengaktifkan ekspresi genen spesifik dari *antosianin* dengan adanya interaksi para regulator satu sama lain untuk membentuk kompleks transkripsional bersama promotor struktural gen. Sedangkan pada tanaman monokotil, protein R2R3MYB yang meregulasi jalur *antosianin*, berinteraksi dengan agen transkripsi bHLH untuk mengaktifkan promotor dihidroflavonol reduktase (DFR).

Sumber dan Kandungan Antosianin

Keberadaan *antosianin* di alam paling melimpah. Berdasarkan beberapa hasil riset yang dilakukan menunjukkan sumber *antosianin* terutama terdapat pada bahan alam khususnya pada tanaman.

Keberadaan *antosianin* pada tanaman terletak di dalam sel vakuola dari tanaman itu sendiri, sehingga kebanyakan *antosianin* ditemukan dan dapat diambil dari beberapa organ tanaman, seperti mahkota bunga, daun, buah, biji-bijian, hingga pada umbi-umbian. Pada berbagai jenis buah dan umbi-umbian, *antosianin* tidak saja terkandung dalam daging buah maupun umbi, melainkan juga pada kulitnya. Warna *antosianin* bukanlah sebagai pembeda saja, tetapi juga merupakan informasi penting mengenai kandungan nutrisinya. Semakin pekat atau kuat warna yang dihasilkan pada tanaman menunjukkan bahwa semakin besar pula konsentrasi *antosianin* yang terdapat pada tanaman tersebut (Priska dkk, 2018: 87).

Antosianin yang terdapat pada bunga, khususnya pada mahkota bunga kebanyakan ditemukan pada bunga dengan konsentrasi *antosianin* yang bervariasi: mawar (0,925%/10 g), kembang sepatu (0,739%/10 g), rosela (0,795%/10 g berat bunga segar, 44,856%/100 g berat kering), pukul empat (0,977%/10 gr), dan lain-lain. Sedangkan untuk daun, buah, dan umbi, *antosianin* ditemukan pada daun caladium (0,002—0,057 mg/g), bayam merah (6350 ppm pada daun dan 2480 ppm pada batang), ubi jalar ungu (5,92—11,02 mg/25 g ubi jalar segar), kol merah (1111—1780 mg/100 g bahan kering dan 109—185 mg/100 g bahan segar), stroberi (20,8 mg/g), anggur (26,7—190 mg/100 g), murbei (1993 mg/100 g), naga (8,8 mg/100 gr daging buah naga), dan jamblang (161 mg/100 g daging buah jamblang matang segar).

Antosianin Ubi Jalar Ungu

Antosianin, sebagian besar dikenal melalui kehadirannya dalam warna-warni alami buah, bunga, dan daun, menjadi fokus yang semakin mendalam dalam konteks ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas*

L.). Sebagai pigmen yang memberikan nuansa ungu pada ubi jalar, *antosianin* memberikan kontribusi penting tidak hanya pada aspek estetika, tetapi juga pada kandungan nutrisi dan manfaat kesehatan yang dimilikinya.

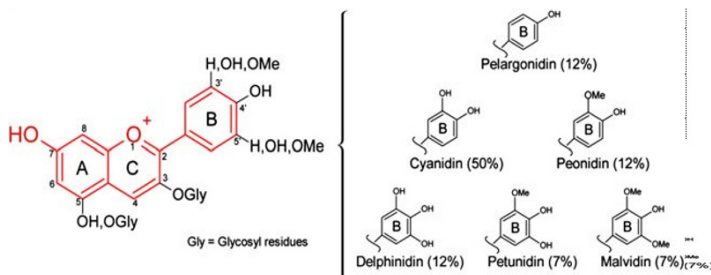
Ubi jalar ungu, yang menjadi salah satu sumber utama *antosianin*, telah menjadi perhatian utama dalam bidang pertanian dan gizi. Kandungan *antosianin* dalam ubi jalar ungu memberikan warna yang khas dan membedakannya dari kultivar ubi jalar lainnya. Dalam beberapa dekade terakhir, pengamatan terkait *antosianin* ubi jalar ungu semakin berkembang, memperdalam pemahaman kita tentang sifat-sifat fisik, kimiawi, dan biologis dari pigmen ini.

Pengamatan struktur molekuler *antosianin* dan faktor-faktor yang memengaruhi akumulasi pigmen ini dalam ubi jalar ungu menjadi penting untuk pemahaman yang lebih baik tentang peran dan potensinya. Selain memberikan warna alami yang menarik, *antosianin* juga dikenal memiliki sifat antioksidan, yang dapat berperan dalam mendukung kesehatan manusia dengan melawan radikal bebas dan mengurangi stres oksidatif dalam tubuh.

Beberapa metode ekstraksi dapat digunakan untuk memperoleh dan mengidentifikasi *antosianin* dalam tumbuhan misalnya metode enzimatik, metode ultrasonik dan metode medan listrik berdenyut. Pelarut yang digunakan dalam ekstraksi *antosianin* juga bermacam-macam antara lain ekstraksi dengan pelarut air, pelarut air yang diasamkan dan ekstraksi etanol yang diasamkan (A. Li *et al.*, 2019; Z. Zhu *et al.*, 2017). Metode ekstraksi *antosianin* ubi jalar dapat dilakukan dengan metode maserasi dengan pelarut campuran air, etanol, dan asam asetat (Winarti *et al.*, 2008), campuran air, etanol dan asam sitrat (Ekaputra & Pramitasari, 2020; Safari *et al.*, 2019). Karakteristik struktur *antosianin* ubi jalar ungu dapat diidentifikasi menggunakan metode kromatografi lapis tipis (KLT), *ultraviolet-visible spectroscopy*, *HPLC-Mass Spectrometry*, *nuclear magnetic resonance/NMR* (Arifuddin, 2018; J. Li *et al.*, 2013; A. Li *et al.*, 2019). Safari *et al.*, (2019) menunjukkan bahwa dari 500 gram ubi jalar

ungu segar diperoleh 8 gram pasta ekstrak ubi jalar ungu dan dari hasil spektrofotometri panjang gelombang 400—600 nm diketahui memiliki aktivitas antioksidan cukup tinggi dengan nilai IC50 sebesar 41,1 ±7,3 ppm.

Jenis *antosianin* yang banyak ditemukan dalam tumbuhan antara lain pelargonidin, peonidin, sianidin, malvidin, petunidin dan delphinidin. Secara detail struktur dari enam jenis *antosianin* tersebut seperti tertera pada Gambar 4 (Silva, *et al.*, 2016). Beberapa jenis *antosianin* ubi jalar ungu telah diketahui antara lain sianidin-glukosida dan *peonidin-3 glukosida*; *cis-petanin*, *cis-peonanin*, *petunidin 3-cis-caffeoyrutinoside-5-glucosida*, dan *petunidin 3-cis-feruloylrutinoside-5-glucoside*. Ditemukan 13 jenis *antosianin* dalam ubi jalar ungu kultivar Jihei No.1 dengan komponen utama *peonidin* dan *cyanidin* dengan *3-sophorose-5- glucosidae acylated dengan p-hydroxybenzoid acid, ferulic acid* atau *caffeic acid*, *delphinidin-3,5-diglicoside*, dengan kandungan tertinggi adalah *peonidin3-caffeoylsophorose-5-glucoside*. Selain itu telah diidentifikasi ekstrak ubi jalar ungu mengandung *antosianin polifenol* dan *non polifenol* yaitu *peonidin3-caffeoyl-p-hydroxybenzoylsophorose-5-glucoside*, *peonidin 3-(6''-caffeyol-6'' feruloyl-lsophorose)-5-glucoside*, *cyanidin3-caffeoyl-p-hydroxy-benzoyl-sophorose-5glucoside* (J. Li *et al.*, 2013; Z. Zhu *et al.*, 2017). Nama dan kelimpahan relatif dari enam struktur *antosianin* alami, *kromofor kation 7-hidroksiflavylium* ditunjukkan dengan warna merah tertera pada Gambar sebagai berikut.



Gambar 4.6 Jenis *antosianin* yang banyak ditemukan dalam tanaman
 Sumber: (Silva *et al.*, 2016)

Struktur kimia *antosianin* ubi jalar ungu mempengaruhi stabilitas secara keseluruhan karena tersusun dari sejumlah besar kelompok asam organik. Pembentukan penghalang stearate dapat mencegah posisi C2 dari *fenyl benzopyran* kation O⁺ dalam inti apabila diserang oleh molekul air untuk mempertahankan struktur aslinya, sehingga *antosianin* ubi jalar ungu relatif lebih stabil daripada *antosianin* yang lain. Selain itu *antosianin* ubi jalar ungu berada dalam bentuk aklilasi dengan berbagai asam *fenolik* yang bersifat unik dan memiliki keunggulan tertentu terhadap resistensi pH, fotosensitivitas, ketahanan panas dan stabilitas secara keseluruhan (A. Li *et al.*, 2019; Xu *et al.*, 2015). *Antosianin* dalam ubi jalar ungu memiliki ketahanan panas yang tinggi dan stabilitas ultraviolet sehingga dapat digunakan sebagai pigmen alami dalam makanan (Jiao, *et al.*, 2012; Lim *et al.*, 2013; Kim *et al.*, 2018).

Beberapa ekstraksi *antosianin* telah dikaji oleh para peneliti antara lain ekstraksi *antosianin* dengan variasi konsentrasi solven dan lama waktu ekstraksi dengan konsentrasi solven terbaik 85% asam asetat etanol dan lama ekstraksi 2 jam (Hambali *et al.*, 2014). C.-C. Chen *et al.* (2019) menunjukkan bahwa ekstraksi *antosianin* ubi jalar ungu TN 57 optimum menggunakan pelarut 60% etanol dan asam sitrat pada suhu 80°C selama 40 menit dengan aktivitas antioksidan 333 μ M TE DPPH dan 376 μ M TE ABTS⁺. Sedangkan Safari *et al.*, (2019) melakukan preparasi *antosianin* menggunakan etanol teknis 96% menghasilkan ekstrak *antosianin* yang memiliki aktifitas antioksidan cukup tinggi dengan nilai IC₅₀ sebesar 41,1 \pm 7,3 ppm. Berbeda dengan peneliti sebelumnya (Ekaputra & Pramitasari, 2020) melakukan ekstraksi menggunakan pelarut air dan asam sitrat 2 mg/100 ml merupakan kondisi paling efektif untuk menghasilkan total kandungan *antosianin* dibandingkan konsentrasi air asam sitrat lainnya maupun dengan pelarut etanol.

Karakterisasi *antosianin* ubi jalar ungu yang terdapat pada daun maupun umbi telah diketahui terdapat 16 jenis *antosianin* (Jiao, *et al.*, 2012), 13 jenis *antosianin* ubi jalar ungu Jihei No.1 dalam bentuk

mono atau diasilasi turunan peonidin dan cyanidin (J. Li *et al.*, 2013), 12 jenis *antosianin* dalam ubi jalar ungu P40 dengan 3 jenis *antosianin* terbanyak turunan sianidin yaitu *cyanidin 3-sophoroside-5-glucoside*, *cyanidin 3-p-hydroxybenzoyl-5-glucoside*, *cyanidin 3-(6"-caffeoyl sophoroside)5-glucoside* dan *cyanidin 3. Antosianin* terasilasi seperti *cyanidin 3-p-hydroxybenzoyl-5-glucoside* menunjukkan stabilitas terhadap panas yang paling baik daripada *antosianin* non terasilasi. (Xu *et al.*, 2015). Sedangkan Kim *et al.*, (2018) melakukan pengamatan pengaruh pengukusan dan pemanggangan terhadap konsentrasi dan komposisi *antosianin* tepung ubi jalar berwarna ungu dan merah di Korea diketahui terdapat 26 jenis *antosianin* yang dapat di isolasi, 24 jenis sudah diidentifikasi dan terdapat 5 diketahui dalam bentuk isomer cis, empat di antaranya *cis-petanin*, *cis-peonanin*, *petunidin 3-cis-caffeoylrutinoside-5-glucosida*, dan *petunidin 3-cis-feruloylrutinoside-5-glucoside*.

Peranan dan fungsi *antosianin* yang terdapat pada ubi jalar ungu sudah banyak diteliti antara lain pemberian es krim ubi jalar ungu dapat menurunkan kadar kolesterol dan tekanan darah pasien *hiperkolesterolemia* (Arisetia *et al.*, 2019), *hipoglikemik*, *hypourikimia* (Wira Mahadita *et al.*, 2016; Y. Yang *et al.*, 2020; Zhi *et al.*, 2020); anti kanker dan sebagai hepatoprotektiv (Xu *et al.*, 2015; Wang *et al.*, 2017; Zhang *et al.*, 2016). Selain itu ekstrak kering *antosianin* ubi jalar ungu dapat dijadikan donor elektron sel surya pewarna tersesitasi (SSPT) yang menghasilkan tegangan listrik sebesar 0,25 volt selama 15 hari dan arus listrik tertinggi 0,12 ampere selama 10 hari (Sukardi *et al.*, 2018) dan pemanfaatan *antosianin* dari ekstrak kulit ubi jalar ungu digunakan sebagai pewarna alternatif untuk pengamatan mikroskopis *Paramecium sp* dalam pembelajaran biologi (Fatimatuzahro *et al.*, 2019).

Ekstrak *antosianin* dalam bentuk cair dan kering ubi jalar ungu juga diketahui dapat menurunkan hipertensi, SOD dan MDA yang diujikan pada mencit (Jawi *et al.*, 2016), sebagai *anti-photoaging* dan respon inflamasi pada kulit mencit yang di induksi dengan ultra violet

B (Zhi *et al.*, 2020). *Antosianin* ubi jalar ungu yang terikat protein menunjukkan efek *anti-inflamasi makrofage* RAW264.7 yang di induksi LPS (Jiang *et al.*, 2019), sedangkan *antosianin dobel acylated* sebesar 25 mg/kg memiliki kemampuan menurunkan kadar asam urat dan menghambat enzim xantin oksidasi dalam memproduksi asam urat pada mencit hiperokemia (Yang *et al.*, 2020). Klon ubi jalar ungu P40 yang di perkaya *antosianin* dapat memberikan perlindungan terhadap kanker kolorektal dengan menginduksi penangkapan siklus sel, antiproliferative dan mekanisme apoptosis (Lim *et al.*, 2013). Priska *et al.*, (2018) diketahui bahwa efektivitas penggunaan *antosianin* ubi jalar ungu pada wanita antara 19,8 mg dan pada pria sekitar 18,4—44, mg setiap hari dapat menjaga kesehatan dan menurunkan kadar penyakit kronis. Pemberian satu cup 60 gram) es krim ubi jalar ungu setiap hari selama 28 hari mampu menurunkan total kadar kolesterol pasien hiperkolesterolemia (Arisetia *et al.*, 2019).

Perkembangan kemajuan tentang *antosianin* pada ubi jalar ungu secara menyeluruh di review oleh (A. Li *et al.*, 2019) mulai dari ekstraksi, identifikasi, stabilitas, *bioaktifitas*, aplikasi sampai dengan *biotransformasi*. Aktifitas fungsional *antosianin* pada perlindungan hati, dan fungsi lainnya serta perannya di industri pangan, kosmetik dan industri farmasi. Pengamatan tentang *biotransformasi antosianin* secara *in vitro* juga sudah banyak dilakukan, dengan semakin banyaknya bukti pengaruh *antosianin* ubi jalar ungu pada kesehatan manusia, dimana *antosianin* ini memiliki perbedaan besar dalam stabilitas, penyerapan dan eliminasi serta aktivitas antioksidan dari masing-masing jenis *antosianin* dan *ko-pigmen*.



BAB VI

ANALISIS PENGUJIAN KANDUNGAN ZAT KIMIA PADA TANAMAN UBI JALAR UNGU

Komposisi Kimia Ubi Jalar Ungu

Hasil uji analisis varians pada taraf kepercayaan 95% menunjukkan adanya interaksi antara kultivar ubi jalar ungu dan suhu pengering terhadap kadar air, kadar abu, kadar protein, kadar lemak, kadar karbohidrat, kadar vitamin A dan vitamin C. Ubi jalar ungu dalam keadaan segar mengandung kadar air yang cukup tinggi yaitu sebesar 60,52% kultivar Antin 2 dan sebesar 59,67% kultivar Antin 3. Rata-rata kadar air setelah dikeringkan selama 48 jam menggunakan cabinet dryer mengalami penurunan menjadi 8,71—12,00% (Tabel 6.1).

Tabel 6.1 Komposisi Kimia ubi jalar ungu kultivar Antin 2 dan Antin 3 segar dan bentuk tepung dengan suhu pengeringan berbeda

Perlakuan Ubi Jalar Ungu	Kadar Air (%)	Kadar Abu (%)	Kadar Protein (%)	Kadar Lemak (%)	Kadar Karbohidrat (%)	Kadar Vitamin A (mg/100 g)	Kadar Vitamin C (mg/100g)
A2T0	59,87 d	0,94 a	6,92 c	1,27 a	31,00 a	21,12 b	1,52 c
A2T1	12,00 c	0,97 a	6,08 c	1,44 a b	79,51 b	10,58 a b	1,23 b
A2T2	11,89 c	0,97 a	5,49 c	1,14 a	80,51 b	3,89 a	1,17 b
A2T3	9,53 b	0,97 a	5,51 b c	0,99 a	83,00 b	3,76 a	1,05 a b
A3T0	60,52 e	0,97 a	4,50 b	2,45 c	31,56 a	51,03 c	0,93 a
A3T1	11,15 c	0,97 a	2,61 a	2,29 b c	82,98 b	48,81 c	0,82 a
A3T2	9,13 a b	1,06 b	2,61 a	2,24 b c	84,96 b	43,40 c	0,76 a
A3T3	8,71 a	0,97 a	2,32 a	1,30 a	86,70 b	42,07c	0,76 a

Sumber: Data terolah, 2022

- Keterangan : Angka yang diikuti huruf sama pada kolom yang sama tidak berpengaruh nyata pada uji Duncan ($\alpha=5\%$)

A2T0 : Kultivar Antin 2 Segar A3T0 : Kultivar Antin 3 Segar
A2T1 : Kultivar Antin 2 Suhu 40°C A3T1 : Kultivar Antin 3 Suhu 40°C
A2T2 : Kultivar Antin 2 Suhu 50°C A3T2 : Kultivar Antin 3 Suhu 50°C
A2T3 : Kultivar Antin 2 Suhu 60°C A3T3 : Kultivar Antin 3 Suhu 60°C

Berdasarkan Tabel 4 ubi jalar ungu kultivar Antin 3 setelah dikeringkan dengan suhu 60oC (A3T3) menghasilkan kadar air yang terendah sebesar 8,71% dibandingkan perlakuan lainnya dan berada dibawah Standar Nasional Indonesia untuk tepung terigu 01—3751—2000 dengan kadar air maksimum 14%. Nilai rata-rata kadar abu ubi jalar ungu kultivar Antin 2 dan kultivar Antin 3 memiliki kadar abu yang cukup tinggi berkisar 0,94—1,06%. Nilai rata-rata kadar abu ubi jalar ungu tertinggi terdapat pada perlakuan A3T2 (kultivar Antin 3 dengan suhu pengering 50oC) sebesar 1,06% lebih tinggi daripada perlakuan lainnya. Penentuan kadar abu total berguna sebagai parameter nilai suatu produk makanan karena dengan meningkatnya kadar abu maka meningkat pula mineral yang terkandung dalam produk bahan pangan (Basrin, 2020).

Kandungan protein tepung ubi jalar ungu kultivar Antin 2 lebih tinggi daripada kultivar Antin 3 dengan rata-rata kadar protein

5,49—6,92% dan kultivar Antin 3 menghasilkan rata-rata kadar protein 2,32—4,59%. Perbedaan hasil kadar protein dapat disebabkan selama proses pengolahan/pengawetan bahan pangan berprotein yang tidak terkontrol dengan baik dapat menurunkan kadar protein. Suatu proses pengolahan terutama menggunakan panas, seperti sterilisasi, perebusan, dan pengeringan dapat mempengaruhi kadar protein bahan pangan. Panas yang berlebihan atau jenis pengolahan lainnya dapat merusak protein dari sudut pandang nutrisi., selain itu juga dipengaruhi oleh adanya senyawa nutrisi lain yang terkandung dalam bahan tersebut.

Rata-rata kadar lemak pada kultivar Antin 2 berkisar antara 0,99—1,44%, sedangkan kultivar Antin 3 mulai 1,30% sampai 2,45%. Kadar lemak terendah terdapat pada kombinasi perlakuan A2T3 (kultivar Antin 2 dengan suhu pengering 60oC) sebesar 1,14% dan tertinggi pada kombinasi perlakuan A3T0 (kultivar Antin 3 kondisi segar) sebesar 2,45%. Kadar lemak kultivar Antin 3 lebih tinggi dibandingkan kultivar Antin 2 baik dalam kondisi segar maupun setelah dijadikan tepung. Perbedaan suhu pengering berpengaruh secara signifikan pada kultivar Antin 3, sedangkan pada kultivar Antin 2 walaupun terdapat perbedaan kadar lemak pada kondisi segar dan setelah dikeringkan, akan tetapi secara statistik tidak signifikan.

Hasil uji analisis varians pada taraf kepercayaan 95% menunjukkan pengaruh yang nyata antara jenis kultivar dan perbedaan suhu pengeringan terhadap kadar karbohidrat ubi jalar ungu. Ubi jalar ungu kondisi segar (kontrol) memiliki kadar karbohidrat yang relatif rendah yaitu 31,52% (kultivar Antin 2) dan 31,57% (kultivar Antin 3). Kandungan air yang tinggi dalam ubi jalar ungu segar pada saat analisa akan menghasilkan kadar karbohidrat yang rendah. Pengeringan ubi jalar ungu untuk proses penepungan secara signifikan dapat meningkatkan kadar karbohidrat berkisar antara 81,54—85,21%.

Berdasarkan hasil uji analisis varians pada taraf kepercayaan 95% terdapat pengaruh antara jenis kultivar ubi jalar ungu dan perbedaan

suhu pengering terhadap kadar vitamin A. Kadar vitamin A tepung ubi jalar ungu kultivar Antin 2 menghasilkan rata-rata vitamin A sebesar $(3,76 \times 1,333)$ IU - $(21,13 \times 1,333)$, sedangkan kultivar Antin 3 sebesar $42,07 \times 1,333$ IU - $51,04 \times 1,333$ IU). Ubi jalar ungu kultivar Antin 3 memiliki kadar vitamin A yang jauh lebih tinggi dibandingkan kultivar Antin 2, akan tetapi secara umum kandungan vitamin A mengalami penurunan dengan semakin naiknya suhu pengeringan. Kondisi ini sesuai dengan kandungan antioksidan kultivar Antin 3 yang lebih tinggi daripada kultivar Antin 2. Vitamin A yang diuji pada tepung ubi jalar ungu adalah dalam bentuk β -karoten (precursor vitamin A) yang berperan sebagai antioksidan untuk melindungi kerusakan sel akibat adanya senyawa radikal bebas.

Hasil terhadap kandungan vitamin C diketahui ubi jalar segar maupun hasil tepung ubi jalar ungu kultivar 2 Antin mengandung vitamin C sedikit lebih tinggi daripada kultivar Antin 3. Nilai rata-rata kandungan vitamin C kultivar Antin 2 sebesar 0,76—1,52 mg/100 g, sedangkan kultivar Antin 3 sebesar 0,76—1,23 mg/100 g. Hasil uji ANOVA $\alpha = 95\%$ menunjukkan pengaruh yang nyata antara jenis kultivar dan perbedaan suhu pengeringan terhadap kadar vitamin C ubi jalar ungu. Perlakuan proses pengeringan dengan cabinet dryer selama 48 jam dapat menurunkan kandungan vitamin C pada semua perlakuan suhu.

Kandungan Total Pigmen Antosianin Ubi Jalar Ungu

Hasil pengujian kandungan total pigmen *antosianin* ubi jalar ungu segar (dalam bentuk ekstrak etanol 96%) kultivar Antin 2 menunjukkan angka 134,46 mg/100g dan kultivar Antin 3 sebesar 240,16 mg/100 g. Setelah ubi jalar ungu dijadikan tepung dengan perbedaan suhu pengering total kadar *antosianin* ubi jalar ungu kultivar Antin 2 sebesar 8,20 mg/100 g—15,9 mg/100 g, sedangkan kultivar Antin 3 sebesar 39,95 mg/100—66,19 mg/100 g. Adanya perbedaan suhu

pengering mempengaruhi total kadar pigmen *antosianin* tepung ubi jalar ungu, semakin tinggi suhu pengering semakin rendah total kadar pigmen *antosianin*. Perlakuan tepung ubi jalar ungu kultivar Antin 3 dengan suhu pengering 60OC (A2T3) menghasilkan total kadar pigmen *antosianin* terendah sebesar 8,20 mg/kg g dan total kadar *antosianin* sebesar 66,19mg/100g terdapat pada perlakuan kultivar Antin 3 dengan suhu pengering 40OC (A3T1).

Tabel 6.2 Rata-rata kandungan total *antosianin* ubi jalar ungu kultivar Antin 2 dan Antin 3 dengan suhu pengering berbeda

Perlakuan	Total Kadar <i>Antosianin</i> (mg/100 g)
A3T0 (Kultivar Antin 3 segar)	240,716
A3T1 (Kultivar Antin 3 suhu 40°C)	66,197
A3T2 (Kultivar Antin 3 suhu 50°C)	42,190
A3T3 (Kultivar Antin 3 suhu 60°C)	39,939
A2T0 (Kultivar Antin 3 segar)	134,946
A2T1 (Kultivar Antin 3 suhu 40°C)	15,976
A2T2 (Kultivar Antin 3 suhu 50°C)	10,589
A2T3 (Kultivar Antin 3 suhu 60°C)	8,202

Sumber: Data terolah, 2022.

Berdasarkan data pada tabel 6.2, ubi jalar ungu kultivar Antin 3 secara keseluruhan baik dalam bentuk segar maupun dalam bentuk tepung memiliki total kadar *antosianin* yang lebih tinggi daripada kultivar Antin 2. Kadar *antosianin* kultivar Antin 3 dalam hampir 2 kali lipat kadar *antosianin* kultivar Antin 2. Perbedaan kandungan *antosianin* pada kedua kultivar secara fisik dapat terlihat dari adanya warna daging umbi yang berbeda. Warna merah dan ungu ditentukan oleh jenis *antosianin*, warna merah lebih banyak ditentukan oleh sianidin dan peonidin, warna biru sampai ungu dipengaruhi oleh delphinidin, petunidin dan malvidin, sedangkan pelargonidin bertanggung jawab pada warna oranye (D'amelia *et al.*, 2022). Masing-masing jenis ubi jalar ungu selain memiliki warna yang berbeda juga memiliki karakteristik kimia dan aktivitas antioksidan yang berbeda-

beda tergantung pada jenis *antosianin* dan senyawa *fenolik* yang terkandung didalamnya (Ji *et al.*, 2015). Ubi jalar ungu kultivar Antin 3 memiliki daging umbi berwarna ungu kehitaman, sedangkan ubi jalar ungu kultivar Antin 2 berwarna ungu kemerahan.

Proses pemanasan pada saat pengeringan mampu menurunkan kandungan *antosianin* ubi jalar ungu yang ditunjukkan dengan adanya perubahan warna tepung yang dihasilkan. Hal ini sesuai dengan hasil Chen *et.al* (2019) dan Tang *et.al* (2019) bahwa stabilitas, kualitas dan warna *antosianin* ditentukan oleh perubahan suhu, pH, dan perbandingan konsentrasi padat cair, dimana faktor perubahan pH lebih dominan daripada perubahan suhu (C.-C. C. Chen *et al.*, 2019; Tang *et al.*, 2019). Selanjutnya ditunjukkan oleh Ticoalu, *et.al* (2016) bahwa paparan panas yang lebih lama akan menghasilkan kadar *antosianin* yang lebih rendah. *Antosianin* merupakan pigmen peka panas yang menyebabkan perubahan struktur *antosianin* yaitu terbukanya cincin aglikon dari kation flavylum dan terbentuknya senyawa karbinol dan kalkon yang tidak berwarna. Penurunan intensitas warna mempengaruhi kinerja penyerapan warna pada uji antioksidan total (Daniela Ticoalu & Mahar Maligan, 2016).

Aktivitas Antioksidan Ubi Jalar Ungu

Berdasarkan hasil uji ANOVA diketahui terdapat interaksi yang nyata antara perlakuan kultivar ubi jalar ungu dan perbedaan suhu pengering. Hasil pengamatan terhadap aktivitas antioksidan diketahui ubi jalar ungu kultivar Antin 3 memiliki nilai rata-rata 59,35—82,07 % lebih tinggi daripada kultivar Antin 2 dengan nilai rata-rata 23,28—53,08%. Tingginya aktivitas antioksidan ubi jalar ungu kultivar Antin 3 disebabkan tingginya kandungan pigmen *antosianin* dan beta karoten (precursor vitamin A) yang ditunjukkan dengan lebih pekatnya warna ungu kehitaman dibandingkan kultivar Antin 2 yang memiliki warna ungu kemerahan.

Adanya perbedaan warna pada kedua kultivar ubi jalar ungu disebabkan oleh adanya penambahan atau pengurangan gugus

hidroksil, posisi gugus hidroksil, metilasi gugus hidroksil, gula yang terikat pada molekul, nomer dan lokasi gula yang terikat pada molekul, serta asam alifatik atau asam aromatik yang menempel pada gula. Warna yang dihasilkan dalam tanaman akan lebih kuat dengan semakin banyak dan panjang susunan ikatan rangkap terkonyugasi pada struktur *antosianin* (Hellmann *et al.*, 2021; Alappat & Alappat, 2020; Amoanimaa-Dede *et al.*, 2019).

Tabel 6.3 Rata-rata aktivitas antioksidan ubi jalar ungu kultivar Antin 2 dan Antin 3 dengan suhu pengering berbeda

Perlakuan	Aktivitas Antioksidan (%)
A3T0 (Kultivar Antin 3 segar)	82.0700 a
A3T1 (Kultivar Antin 3 suhu 40°C)	73.5333 b
A3T2 (Kultivar Antin 3 suhu 50°C)	73.2600 b
A3T3 (Kultivar Antin 3 suhu 60°C)	59.3567 c
A2T0 (Kultivar Antin 2 segar)	50.0767 c
A2T1 (Kultivar Antin 2 suhu 40°C)	36.1400 c
A2T2 (Kultivar Antin 2 suhu 50°C)	39.1633 c
A2T3 (Kultivar Antin 2 suhu 60°C)	23.2800 f

Sumber : Data terolah, 2022

- Keterangan: Angka yang diikuti huruf sama pada kolom yang sama tidak berpengaruh nyata pada uji Duncan ($\alpha=5\%$)

Perlakuan perbedaan suhu pengering untuk pembuatan tepung ubi jalar ungu pada kultivar Antin 2 dan kultivar Antin 3 menurunkan aktivitas antioksidan yang secara umum semakin tinggi suhu pengering semakin rendah aktivitas antioksidan. Suhu pengering 60°C mampu menurunkan aktivitas antioksidan ubi jalar ungu kultivar Antin 3 segar sebesar 82,07% menjadi 59,35%, sedangkan kultivar Antin 2 segar dengan aktivitas antioksidan 53,08% menjadi 23,28%. Hal ini menunjukkan bahwa salah satu faktor yang mempengaruhi aktivitas antioksidan dapat adanya pemanasan pada saat dikeringkan. Pada perlakuan pengeringan dengan suhu 40°C memiliki aktivitas antioksidan sebesar 73,5333% tidak berbeda nyata

dengan perlakuan suhu 50°C yang memiliki aktifitas antioksidan sebesar 73,2600%.

Antioksidan adalah senyawa yang mampu menghilangkan, memurnikan, menangkal, atau menggabungkan efek oksigen reaktif. Fungsi utama antioksidan adalah berusaha meminimalkan terjadinya oksidasi lemak dan minyak, meminimalkan terjadinya proses pembusukan pada produk pangan, memperpanjang masa pakai dalam industri pangan, meningkatkan stabilitas lemak yang terkandung dalam pangan, dan mencegah penurunan kualitas sensorik dan nutrisi (Minah *et al.*, 2015).

Beberapa faktor yang mempengaruhi aktifitas antioksidan antara lain perubahan pH, adanya oksigen, proses pengolahan dan cahaya (Jiang *et al.*, 2019; (Safari *et al.*, 2019). Salim *et al.*, (2017) diketahui bahwa proses pengolahan ubi jalar ungu menurunkan kadar antioksidan, dimana penurunan kadar antioksidan berbanding lurus dengan penurunan kadar total *fenolik* dan *antosianin* dari ekstrak ubi jalar ungu Berbeda dengan hasil pengamatan (Dwiyanti *et al.*, 2018) pada jus ubi jalar ungu diketahui bahwa aktivitas antioksidan tertinggi, kadar total *antosianin* dan daya tahan yang baik ditemukan pada jus yang dibuat dengan pemanasan 80°C.

Pengamatan Warna Tepung Ubi Jalar Ungu

Analisa warna dilakukan dengan menggunakan color reader dengan tiga dimensi nilai yaitu, yang pertama dimensi nilai L yang menunjukkan tingkat kecerahan dengan skala 0-100, nilai 0 menunjukkan kecenderungan warna hitam atau gelap, sedangkan 100 menunjukkan kecenderungan warna putih atau terang. Parameter kedua dimensi nilai a+ menunjukkan warna akromatik campuran merah dengan skala 0—80, dan nilai 0 - (-80) menyatakan kecenderungan warna hijau. Parameter ketiga dimensi nilai b+ menunjukkan warna akromatik campuran kuning nilai +b dari 0- (+70) dan biru dengan nilai -b dari 0- (-70). Secara lengkap hasil

pengamatan warna tepung ubi jalar ungu kultivar Antin 2 dan kultivar Antin 3 tertera pada Tabel 6.4 berikut.

Tabel 6.4 Rata-rata Nilai L, a+ dan b+ Tepung Ubi Jalar Ungu Kultivar Antin 2 dan Antin 3 dengan Perbedaan Suhu Pengereng

Perlakuan	Warna		
	L	a+	b+
Kultivar Antin 2 suhu 40°C	60,00	10,95	5,75
Kultivar Antin 2 suhu 50°C	61,30	9,65	8,35
Kultivar Antin 2 suhu 60°C	62,80	8,40	9,70
Kultivar Antin 3 suhu 40°C	54,45	11,00	1,70
Kultivar Antin 3 suhu 50°C	54,10	10,85	3,15
Kultivar Antin 3 suhu 60°C	55,25	10,20	3,75

Sumber: Data terolah, 2022

- Keterangan:

L = menunjukkan parameter kecerahan

a+ = menyatakan warna kromatik campuran merah

b+ = menyatakan warna kromatik campuran biru dan kuning

Berdasarkan data Tabel 6.4 diketahui tepung ubi jalar ungu kultivar Antin 2 memiliki tingkat kecerahan (nilai L) yang lebih tinggi daripada varietas Antin 3. Adanya peningkatan suhu pengereng tepung ubi jalar ungu pada kedua kultivar semakin menunjukkan warna yang lebih cerah. Peningkatan warna yang semakin cerah pada tepung ubi jalar ungu disebabkan adanya penghambatan aktivitas polifenol oksidase (PPO) (Ruttarattanamongkol *et al.*, 2016).

Tepung ubi jalar ungu pada dimensi nilai a+ untuk intensitas warna merah kehijauan diketahui semakin tinggi suhu pengereng maka nilai a+ yang dihasilkan semakin kecil dengan rentang nilai berkisar antara 8,40 - 11,00. Adanya penurunan nilai a+ menunjukkan terjadi kerusakan warna selama pengolahan menggunakan panas yang disebabkan menurunnya kandungan *antosianin* secara signifikan.

Hal ini sesuai dengan hasil pengamatan D'Amelia *et al.*, (2022), bahwa secara umum pengolahan menyebabkan hilangnya *antosianin*. Penggorengan menyebabkan hilangnya total *antosianin* sekitar 46% kultivar Blue Star. Walaupun terdapat perbedaan dengan pemasakan menggunakan microwave yang menyebabkan peningkatan total kandungan daripada bahan mentah.

Hasil pengamatan intensitas warna kekuningan (nilai b+) berbanding terbalik dengan intensitas warna kemerahan (nilai a+), adanya peningkatan suhu pengering semakin meningkatkan intensitas warna kekuningan (nilai b+). Hal ini menunjukkan bahwa proses pemanasan akan menghasilkan tepung dengan warna yang mengarah kekuningan dan lebih cerah (nilai L yang lebih besar). pada tepung yang memperoleh intensitas panas yang lebih besar selama proses pengeringan. Peningkatan warna kuning kegelapan selama proses pengeringan diduga disebabkan oleh reaksi non enzimatis (*reaksi Maillard*) yang terjadi antara gula pereduksi dan gugus amin bebas dari asam amino dan atau protein.

Identifikasi Jenis Antosianin Ubi Jalar Ungu

Berikut ini terdapat beberapa hal yang perlu diketahui dalam mengidentifikasi jenis Antosianin Ubi Jalar Ungu.

1. Karakteristik Gugus Fungsional Tepung Ubi Jalar Ungu Menggunakan Analisa FTIR

Analisa FTIR (Fourier Transform Infra Red) merupakan metode pengukuran sederhana yang digunakan untuk mendeteksi struktur molekul senyawa dan konsentrasi analit dalam suatu sampel senyawa organik. FTIR memiliki komponen utama yang memberikan keuntungan dalam pemakaiannya. Analisis menggunakan FTIR tidak memerlukan penambahan reagen tertentu dan tidak menggunakan bahan radioaktif akan tetapi mampu mengukur kadar senyawa secara kuantitatif maupun kualitatif. Secara kualitatif metode FTIR digunakan untuk

mengidentifikasi gugus fungsional yang terdapat dalam suatu senyawa organik. Sedangkan secara kuantitatif metode FTIR dapat mengetahui konsentrasi analit dalam suatu sampel.

Alat FTIR digunakan dalam penelitian untuk mencari dan memastikan senyawa kimia yang terkandung dalam obat atau senyawa alam. Proses ini merupakan proses akhir dari penemuan atau identifikasi senyawa alam. Gugus fungsi dapat terdeteksi dengan cara membandingkan pita absorpsi spektrum inframerah yang sudah diketahui sebelumnya dengan spektrum yang terbentuk dari senyawa sampel yang dianalisa. Metode FTIR tidak memerlukan preparasi sampel yang rumit, karena baik sampel padat ataupun cair bisa langsung dianalisa hasilnya. Selain itu, metode FTIR dapat mengukur intensitas pada berbagai panjang gelombang secara serempak, sehingga hasilnya menjadi lebih cepat dan efisien (Bunaciu, et al.; 2011)..

Nilai spektrum dalam analisis FTIR berupa grafik persentase transmitan yang bervariasi di tiap frekuensinya. Dimana satuan frekuensi pada aksis (garis horizontal) yaitu banyaknya gelombang per satuan panjang atau biasa disebut sebagai bilangan gelombang. Selain itu, masing-masing kelompok gugus fungsional akan menyerap sinar inframerah pada frekuensi dengan panjang gelombang yang unik.. FTIR memiliki daerah inframerah pada spektrum gelombang elektromagnetik dengan panjang gelombang 14000 cm^{-1} hingga 10-1 atau berkisar antara 2,50-50 μm .

Pigmen antosianin ubi jalar ungu secara umum dapat terdeteksi pada spektrum dengan panjang gelombang yang cukup lebar. Hasil penelitian Badai dan Yasser (2019) pengukuran dengan FTIR menunjukkan beberapa peak pada berbagai bilangan gelombang. Karakterisasi gugus fungsi dalam ekstrak etanol ubi jalar ungu teridentifikasi sebagai senyawa fenolik yang ditandai dengan keberadaan gugus aromatik pada bilangan gelombang 1053.17 cm^{-1} dan keberadaan gugus OH pada

bilangan gelombang 1276.92 cm^{-1} , 1413.87 cm^{-1} serta 3410.26 cm^{-1} . Sedangkan Damayanti, et al. (2014) yang melakukan karakterisasi menggunakan instrumen FTIR. Dengan spektrum bilangan gelombang dilakukan pada panjang gelombang 4000-600 cm^{-1} . Dari interpretasi spektra infra merah menunjukkan bahwa antosianin yang diekstrak mengandung gugus fungsi seperti - OH ditunjukkan oleh serapan tajam pada daerah 3348.88 cm^{-1} yang didukung juga oleh munculnya serapan pada bilangan gelombang 1015.70 cm^{-1} untuk ikatan - C-O alkohol. Serapan ikatan rangkap - C=C aromatik ditunjukkan oleh serapan tajam pada bilangan gelombang 1641.17 cm^{-1} yang didukung juga oleh munculnya serapan pada bilangan gelombang 675.43 cm^{-1} untuk ikatan - C-H tekuk. Berdasarkan hasil spektrum FTIR tersebut dapat disimpulkan bahwa senyawa yang diekstrak dari ubi jalar ungu adalah antosianin.

2. Identifikasi Jenis Pigmen Antosianin Ubi Jalar Ungu

Karakteristik jenis pigmen antosianin dapat dilakukan menggunakan HPLC - MS (High-performance liquid chromatography Mass Spectrometry), LCMS-MS (Liquid Chromatography Mass Spectrometry) dan ¹H-NMR (Nuclear Magnetic Resonance). Ketiga metode ini memiliki keunggulan masing-masing. HPLC-MS/MS HPLC (High Performance Liquid Chromatography) adalah sebuah teknik analisis kimia yang digunakan untuk memisahkan, mengidentifikasi, dan mengukur kandungan komponen dalam campuran larutan. Dalam HPLC, campuran larutan yang akan dianalisis disuntikkan ke dalam kolom yang berisi fase diam atau pengisi (stationary phase), yang dapat berupa resin atau partikel-partikel kecil. Larutan tersebut kemudian dilewatkan melalui kolom dengan bantuan suatu fase gerak atau pelarut (mobile phase), yang biasanya berupa campuran air dan senyawa organik seperti metanol atau asetonitril. Setiap komponen dalam campuran larutan berinteraksi dengan fase diam dan fase gerak dengan

cara yang berbeda-beda, sehingga terjadi pemisahan komponen-komponen tersebut. Pada akhirnya, komponen-komponen tersebut dapat dideteksi dan diukur konsentrasinya dengan menggunakan detektor yang sensitif, seperti detektor ultraviolet atau detektor massa. HPLC digunakan secara luas dalam berbagai aplikasi di bidang farmasi, ilmu makanan, bioteknologi, dan lain-lain, karena kemampuannya dalam memisahkan senyawa-senyawa dengan tingkat kepekaan yang tinggi.

Liquid Chromatography Mass Spectrometry (LCMS-MS) adalah teknik analisis yang menggabungkan kemampuan pemisahan fisik dari kromatografi cair dengan spesifisitas deteksi spektrometri massa. Kromatografi cair memisahkan komponen-komponen sampel dan kemudian ion bermuatan dideteksi oleh spektrometer massa. Data LC-MS dapat digunakan untuk memberikan informasi tentang berat molekul, -struktur, identitas dan kuantitas komponen sampel tertentu, Senyawa dipisahkan atas dasar interaksi relatif dengan lapisan kimia partikel-partikel (fase diam) dan elusi pelarut melalui kolom (fase gerak). Keuntungan dari LC-MS yaitu dapat menganalisis lebih luas berbagai komponen, seperti senyawa termal labil, polaritas tinggi atau bermassa molekul tinggi, bahkan juga protein. Komponen elusi dari kolom kromatografi kemudian diteruskan ke spektrometer massa melalui antarmuka khusus Prinsipnya adalah pemisahan analit-analit berdasarkan kepolarannya, alatnya terdiri atas kolom (sebagai fasa diam) dan larutan tertentu sebagai fasa geraknya tekanan tinggi digunakan untuk mendorong fasa gerak. Campuran analit akan terpisah berdasarkan kepolarannya dan kecepatannya untuk sampai ke detektor (waktu retensinya) akan berbeda, hal ini akan teramati pada spektrum yang puncak-puncaknya terpisah (Himawan 2010). Bantuan pompa fasa gerak cair dialirkan melalui kolom ke detektor. Cuplikan dimasukkan ke dalam aliran fasa gerak dengan cara penyuntikan. Di dalam kolom terjadi pemisahan

komponen-komponen campuran, karena perbedaan kekuatan interaksi antara larutan terhadap fasa diam. Larutan yang kurang kuat interaksinya dengan fasa diam akan keluar dari kolom lebih dulu. Sebaliknya, larutan yang kuat berinteraksi dengan fasa diam maka larutan tersebut akan keluar kolom, kemudian dideteksi oleh detektor dan direkam dalam bentuk kromatogram (Isnawati 2013).

Nuclear Magnetic Resonance (NMR) adalah salah satu metode analisis yang paling mudah digunakan pada kimia modern. NMR digunakan untuk menentukan struktur dari komponen alami dan sintetis yang baru, kemurnian dari komponen, dan arah reaksi kimia sebagaimana hubungan komponen dalam larutan yang dapat mengalami reaksi kimia. Meskipun banyak jenis nuklei yang berbeda akan menghasilkan spektrum, nuklei hidrogen (H) secara historis adalah salah satu yang paling sering diamati. Spektrokopi NMR khususnya digunakan pada studi molekul organik karena biasanya membentuk atom hidrogen dengan jumlah yang sangat besar. NMR digunakan untuk menentukan struktur dari komponen alami dan sintetis yang baru, kemurnian dari komponen, dan arah reaksi kimia sebagaimana hubungan komponen dalam larutan yang dapat mengalami reaksi kimia. Spektroskopi NMR merupakan alat yang dikembangkan dalam biologi struktural. Spektroskopi resonansi magnet inti seringkali disingkat NMR termasuk ke dalam spektroskopi absorpsi seperti halnya dengan spektroskopi infra merah atau spektroskopi ultra violet. Dasar dari spektroskopi NMR adalah absorpsi radiasi elektromagnetik dengan frekuensi radio oleh inti atom. Frekuensi radio yang digunakan berkisar dari 0,1 sampai dengan 100 MHz. Bahkan, baru-baru ini ada spektrometer NMR yang menggunakan radio frekuensi sampai 500MHz.

Hasil penelitian Xu et al. (2015) yang menguji jenis antosianin ubi jalar ungu pada kultivar P40 yang kaya antosianin

menggunakan HPLC/MS terdeteksi tujuh jenis antosianin kelompok sianidin glukosida dan lima jenis antosianin kelompok peonidin glukosida. Tiga jenis antosianin utama yang menyumbang setengah dari total kandungan antosianin ubi jalar ungu kultivar P40 antara lain cyanidin 3-caffeoyl-p-hydroxybenzoyl sophoroside-5-glucoside, peonidin 3-caffeoyl sophoroside-5-glucoside, dan cyanidin 3-(6"-caffeoyl-6"-feruloylsophoroside)-5-glucoside. Zhu et al. (2017) mengidentifikasi polifenol antosianin dan non-antosianin dalam ekstrak ubi jalar ungu dari suhu ekstraksi optimal dengan HPLC-DAD-ESI-MS2. Antosianin utama yang teridentifikasi adalah peonidin-3-caffeoyl-p-hydroxybenzoyl sophoroside-5-glucoside, peonidin-3-(6"-caffeoyl-6"-feruloyl sophoroside)-5-glucoside, cyanidin-3-caffeoyl-p-hydroxybenzoyl sophoroside-5-glucosida, sedangkan molekul non-antosianin utama yang teridentifikasi adalah asam kuinat, asam klorogenat, asam caffeic, dan asam klorogenat-3-glukosa.

Selanjutnya Kim et al. (2017) , melakukan penelitian untuk melihat variasi komposisi antosianin yang terdapat pada lima kultivar ubi jalar merah dan ungu yang ada di Korea dengan LC-DAD-ESI-MS dan PLS-DA. Duapuluh enam antosianin dengan struktur dasar 3-rutinoside atau 3-rutinoside-5-glucoside dapat dipisahkan, menjadi 24 isomer yang terdeteksi dan dua isomer tidak diketahui. Terdapat lima isomer cis telah diidentifikasi, empat di antaranya, yaitu, cis-petanin, cis-peonanin, petunidin 3-cis-caffeoylrutinoside-5-glucoside, dan petunidin 3-cis-feruloylrutinoside-5-glucoside, Dalam model PLS-DA, semua isomer cis terbukti berperan sebagai biomarker dalam pengelompokan berdasarkan jenis kondisi pemrosesan. Pelargonidin 3-p-coumaroylrutinoside-5-glucoside (pelanin), peonidin 3-p-coumaroylrutinoside-5-glucoside (peonanin), dan petunidin 3-p-coumaroylrutinoside-5-glucoside (petanin) diidentifikasi sebagai antosianin utama dan terbukti berperan

sebagai biomarker dalam model PLS-DA berdasarkan warna umbi. Konsentrasi total antosianin pada kentang berwarna mengalami penurunan pada proses pengukusan dan pemanggangan dibandingkan dengan konsentrasi pada umbi mentah. Antosianin memiliki profil aktivitas biologis yang penting dan berkontribusi dalam mengevaluasi hubungan aktivitas struktural masing-masing antosianin, sehingga meningkatkan nilai ekonomis ubi jalar merah dan ungu sebagai makanan fungsional atau obat-obatan.

Pengujian Penggunaan Tepung Ubi Jalar Ungu Kultivar Antin 3 dalam Pembuatan Puding sebagai Pangan Fungsional

Pemanfaatan tepung ubi jalar ungu hasil penelitian terbaik tahap I dimanfaatkan untuk dijadikan puding sebagai salah satu bentuk pangan fungsional yang banyak disukai oleh masyarakat karena selain rasa, warna dan aromanya yang enak juga memiliki tekstur yang lembut. Berdasarkan hasil penelitian uji organoleptik terhadap panelis tidak terlatih sebanyak 35 orang diperoleh hasil sebagai berikut. Data yang diperoleh kemudian dianalisa menggunakan analisis varians pada taraf kepercayaan 95% dengan hasil analisa yang menunjukkan bahwa adanya tambahan bahan tepung ubi jalar ungu menghasilkan puding yang tidak berpengaruh nyata terhadap aroma dan tekstur, sedangkan pengaruh yang nyata terdapat pada variabel rasa dan warna. Hal ini menunjukkan bahwa puding yang diberi tambahan tepung ubi jalar ungu mulai 20 gram—80 gram menghasilkan tekstur dan aroma yang disukai oleh panelis sama dengan puding premium yang ada di pasaran (*Merk Risa Catering*).

Variabel aroma puding menghasilkan rata-rata sebesar 3,51—4,17 (kriteria suka), dan tekstur dengan rata-rata sebesar 3,65—4,43 (kriteria suka). Hasil uji analisis varians pada taraf kepercayaan 95% maununjukkan pengaruh yang nyata terhadap variabel warna puding

yang menghasilkan rata-rata warna sebesar 3,51—4,17 (kriteria suka) , panelis lebih menyukai puding warna coklat yang ada di pasaran menghasilkan rata-rata sebesar 4,17 (kriteria suka) walaupun tidak berbeda nyata dengan puding yang diberi tambahan 80 gram tepung ubi jalar ungu dan rasa dengan rata-rata sebesar 3,86 (kriteria suka). Sedangkan variabel rasa puding menghasilkan rata-rata sebesar 3,65—4,43 (kriteria suka), dan rasa yang paling disukai adalah puding coklat yang ada di pasaran dengan rata-rata sebesar 4,43 (kriteria suka). Data selengkapnya untuk uji organoleptik tertera pada tabel berikut.

Tabel 6.11 Hasil uji organoleptik terhadap warna/kenampakan, rasa, aroma dan tekstur puding dengan penambahan tepung ubi jalar ungu

Perlakuan	Kenampakan	Rasa	Aroma	Tekstur
135 : 20 g tepung ubi jalar ungu	3,514 a	3,657 a	3,685 a	3,628 a
246 : 40g tepung ubi jalar ungu	3,542 a	3,685 a	3,771 a	3,628 a
357 : 60g tepung ubi jalar ungu	3,685 a	3,771 a	3,857 a	3,742 a
468 : 80g tepung ubi jalar ungu	3,857 a b	3,971 a b	3,942 a	4,000 a
579 : Risa Catering	4,171 b	4,428 b	4.000 a	4,057 a

Keterangan: Angka yang memiliki huruf sama pada kolom sama tidak berbeda nyata secara signifikan pada hasil uji Duncan (($\alpha=5\%$))

Berdasarkan Tabel 6.10 diketahui bahwa adanya penambahan tepung ubi jalar ungu dalam pembuatan puding diterima dengan baik oleh panelis. Hal ini dapat dilihat dari rata-rata yang diperoleh dari keempat variabel warna/kenampakan, rasa, aroma dan tekstur pudding menghasilkan rata-rata di atas angka 3 (agak suka) sampai di atas angka 4 (suka). Perbandingan dalam penilaian organoleptik yang digunakan dalam pengamatan ini adalah puding yang dipasarkan oleh salah satu catering yang ada di kota Malang yang sudah banyak dikenal oleh konsumen masyarakat Malang dengan rasa dan harga premium.

Hasil penilaian panelis terhadap puding yang diberi tambahan tepung ubi jalar ungu dengan perbandingan puding Risa catering untuk variabel aroma dan tekstur yang tidak berbeda nyata menunjukkan

tingkat penerimaan yang baik dari panelis. Walaupun dari variabel warna/kenampakan dan rasa menunjukkan adanya pengaruh yang nyata berdasarkan pengujian statistik tapi perbedaan yang ditunjukkan tidak terlalu jauh dari rata-rata nilai yang dihasilkan. Khusus variabel rasa dan warna/kenampakan perlakuan puding yang dari pasaran (kode 579) tidak berbeda nyata dengan perlakuan puding penambahan 80 g (kode 468). Hal ini menunjukkan bahwa penambahan tepung ubi jalar ungu mempunyai prospek yang menjanjikan untuk terus disosialisasikan kepada masyarakat agar mengkonsumsi makanan yang tidak hanya enak dimakan tapi yang terpenting dari sisi manfaatnya yang baik untuk kesehatan

Pengujian Potensi Antosianin sebagai Hepatoprotektor

Pengujian potensi antosianin yang terdapat dalam ubi jalar ungu sebagai hepatoprotektor dapat diuji cobakan kepada hewan uji tikus putih dan mencit. Perlakuan hepatotoksitas pada tikus dan mencit dapat menggunakan CCl₄, Cisplatin dan parasetamol dosis akut melalui parameter kadar SGPT (ALT) dan SGOT (AST), superoksidas, malonildialdehide dan fibrosis hati. SGPT (serum glutamic pyruvic transaminase), atau disebut juga alanine aminotransferase (ALT), paling banyak terkonsentrasi pada organ hati. SGOT adalah serum glutamic oxaloacetic transaminase atau enzim aspartate aminotransferase (AST) yang terdapat di beberapa organ seperti jantung, otak, otot, ginjal, hati dan lain-lain. Apabila terdapat kerusakan pada organ misalnya hati maka SGPT dan SGOT akan dilepas ke dalam aliran darah sebagai akibat dari adanya gangguan kerusakan tersebut. SGPT dan SGOT merupakan enzim penting dalam sel manusia dan terlibat dalam sintesis asam amino penting dalam tubuh manusia. SGPT dan SGOT masing-masing terdapat di mitokondria dan sitoplasma hati. Biasanya kandungan SGPT dan SGOT stabil dalam serum. Namun bila struktur sel

parenkim hati rusak, terutama bila membrannya rusak, SGOT dari mitokondria dan SGPT sitoplasma hati akan dilepaskan ke dalam serum sehingga mengakibatkan peningkatan SGOT dan SGPT dalam serum, yang merupakan indeks yang cukup sensitif untuk mencerminkan kerusakan hati.

Wang, et al. (2017) menunjukkan bahwa toksisitas hati yang diinduksi CCl₄ pada tikus terlihat jelas. Kadar AST dan ALT pada kelompok tikus yang diberi ubi jalar ungu kultivar Eshu lebih rendah dibandingkan kelompok yang tidak diberi dan bergantung pada dosis. AST dan ALT pada kelompok dosis sedang mendekati kadar pada kelompok kontrol positif, dan efek pada kelompok dosis tinggi bahkan lebih baik dibandingkan pada kelompok kontrol positif. Hasil penelitian memperlihatkan bahwa dari 16 jenis antosianin yang terdeteksi pada ubi jalar ungu kultivar Eshu No. 8 jenis Peonidin 3-coumaryl-p-hydroxybenzoyl sophoroside-5-glucoside pertama kali diidentifikasi mempunyai aktivitas hepatoprotektif yang baik dan dapat secara efektif melindungi hati dengan menurunkan pelepasan AST dan ALT.

Sedangkan hasil penelitian Zhang (2015) diketahui induksi CCl₄ akut menyebabkan hepatotoksitas yang ditunjukkan dengan meningkatnya berat hati relatif, serum aspartate aminotransferase (AST) dan alanine aminotransferase (ALT), lipid peroksida dan malondialdehid hati. Selain itu terjadi penurunan aktivitas superoksida dismutase dan glutathione peroksidase yang disertai dengan perubahan histopatologis, seperti vakuolisasi, nekrosis, dan kongesti. Pemberian ubi jalar ungu yang diberikan sebelum diinduksi dengan CCl₄ dapat secara efektif memperbaiki kerusakan hati yang dapat digunakan sebagai pilihan terapi dan pencegahan fibrosis hati. Hal ini membuktikan bahwa Cyanidin dan Peonidin terasilasi, dalam ubi jalar ungu mempunyai kemampuan menangkap DPPH dan H₂O[•] secara in vitro yang memberikan efek perlindungan terhadap hepatotoksitas yang diinduksi CCl₄ pada tikus, melalui mekanisme utama pelemahan peroksidasi lipid, memperbaiki

aktivitas antioksidan enzim dan mengurangi stres oksidatif, serta memainkan peran penting dalam memerangi oksigen reaktif dalam melindungi hati dari fibrosis hati .



BAB VII

KONKLUSI KAJIAN

1. Tepung ubi jalar ungu kultivar Antin 3 tidak hanya memiliki komposisi kimia yang lengkap tetapi juga mengandung pigmen antosianin cukup tinggi sebagai antioksidan alami yang sangat bermanfaat untuk kesehatan
2. Komposisi kimia, aktivitas antioksidan, kandungan antosianin dan karakteristik tepung ubi jalar ungu kultivar Antin 3 kadar air 11,15 % , kadar abu 0,97 % , kadar protein 2,61 % , kadar lemak 2,29 % , kadar karbohidrat 82,98 % , vitamin A 48,81 mg/g, vitamin C 0,82 mg/g, aktifitas antioksidan 73,53 % , kandungan total antosianin 66,97 mg/100 g, dengan tingkat kecerahan (L) 54,45, warna kemerahan (a+) 11,00 dan warna kekuningan (b+) 1,70.
3. Karakteristik gugus fungsi yang terdeteksi dalam ubi jalar ungu menggunakan FTIR antara lain aromatik, hidroksil primer, hidroksil sekunder dan hidrokarbon. Hasil identifikasi jenis antosianin ubi jalar ungu menggunakan LCMS-MS dan HPLC/MS antara lain peonidin-3-caffeoyl-p-hydroxybenzoyl sophoroside-5-glucoside, peonidin-3-(6"-caffeoyl-6"-feruloyl-sophoroside)-5-glucoside, cyanidin-3-caffeoyl-p-hydroxybenzoyl sophoroside-5-glukosida, pelargonidin 3-p-coumaroyl-rutinoside-5-glucoside

(pelanin), peonidin 3-p-coumaroylrutinoside-5-glucoside (peonanin), dan petunidin 3-p-coumaroylrutinoside-5-glucoside (petanin)

4. Pemberian ubi jalar ungu yang mengandung antosianin mampu menurunkan SGPT (ALT) dan SGOT (AST), superoksidase dan malonaldehid serta secara efektif dapat melindungi hati dari fibrosis hati pada tikus yang diinduksi CCl₄ dosis akut



DAFTAR PUSTAKA

- Abriyani, E., Nuryaman, A., Yunita, D., Firmansyah, I., & Dhaniaty, S. S. 2022. "Literature Review Analisis Gugus Fungsi Obat Sirup Batuk Dengan Fourier Transform Infrared". *Jurnal Pendidikan dan Konseling*, 4, 1707—1715.
- Ačkar, D., Babić, J., Jozinović, A., Miličević, B., Jokić, S., Miličević, R., Rajič, M., & Šubarić, D. 2015. "Starch modification by organic acids and their derivatives: A review". *Molecules*, 20(10), 19554–19570. <https://doi.org/10.3390/molecules201019554>
- Ahmad Rifandi, R., Widi Santosa, G., Ridlo Program Studi Ilmu Kelautan, A., & Perikanan dan Ilmu Kelautan, F. 2014. "Pengaruh Konsentrasi Asam Klorida (Hcl) terhadap Mutu Alginat Rumput Laut Coklat *Sargassum Sp.* dari Perairan Teluk Awur Kab. Jepara Dan Poktunggal Kab. Gunungkidul". *Journal of Marine Research*, 3(4), 676—684. <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jmr>
- Alappat, B., & Alappat, J. (2020). Anthocyanin pigments: Beyond aesthetics. *Molecules*, 25(23). <https://doi.org/10.3390/molecules25235500>
- Amelia, R., Julianti, E., & Nurminah, M. 2020. "Pengaruh Perbandingan Tepung Terigu dengan Tepung Ubi Jalar Ungu dan Penambahan Xanthan Gum Terhadap Mutu Donat." *Jurnal Keteknik Pertanian Tropis dan Biosistem*, 8(3), 263—274. <https://doi.org/10.21776/ub.jkptb.2020.008.03.08>
- Amoanimaa-Dede, H., Hongbo, Z., Kyereko, W. T., Yeboah, A., Agyenim-Boateng, K. G., Essien Sakyi, M., & Asiamah, C.

- A. 2019. “Structure, Functions and Biosynthetic Pathway of Naturally Occurring Anthocyanin in Sweet Potato - A Review”. *Journal of Plant Biochemistry & Physiology*, 07(02). <https://doi.org/10.35248/2329-9029.19.7.234>
- Angelia, I. O. 2019. “Variasi Konsentrasi Solven pada Proses Ekstraksi Antosianin dari Ubi Jalar Ungu”. *Journal Of Agritech Science (JASc)*, 3(Vol 3 No 1 (2019): *Journal of Agritech Science (JASc)-Mei*), 16—26. <http://jurnal.poligon.ac.id/index.php/jasc/article/view/331>
- Anggarawati, N. K. A., Ekawati, I. G. A., & Wiadnyani, A. A. I. S. 2019. “Pengaruh Subsitusi Tepung Ubi Jalar Ungu Termodifikasi (*Ipomoea batatas* var *Ayamurasaki*) terhadap Karakteristik Waffle”. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan (ITEPA)*, 8(2), 160. <https://doi.org/10.24843/itepa.2019.v08.i02.p06>
- Anonim. 2019. Ubi Jalar RI Mulai Di lirik Pasar Jepang dan Korea Selatan. Republika.
- Anonim. 2020. “Ubi Jalar Bandung Mulai Diekspor ke Hong Kong. Republika”. <https://www.republika.co.id/berita/qgchnz463/ubi-jalar-bandung-mulai-diekspor-ke-hong-kong>
- Arifuddin, W. 2018. “Aktivitas Antioksidan Senyawa Antosianin dari Ekstrak Etanol Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea batatas* L)”. *Celebes Biodiversitas*, 1(2), 26—29.
- Arijaje, E. O., & Wang, Y. J. 2017. “Effects of chemical and enzymatic modifications on starch-linoleic acid complex formation”. *Food Chemistry*, 217, 9—17. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.08.072>
- Arisetia, D., Yuliantini, E., & Kusdalina, K. 2019. “Pemberian Es Krim Ubi Jalar Ungu Berpengaruh Terhadap Kadar Kolesterol Total Dan Tekanan Darah Pasien Hiperkolesterolemia”. *Jurnal Media Kesehatan*, 12(1), 1—10. <https://doi.org/10.33088/jmk.v12i1.376>
- Badai, M. dan Yasser, M., 2019. Karakterisasi Ekstrak Etanol Ubi Jalar Ungu (*Ipomea batatas* L) Menggunakan Spektroskopi Infra Red. *Cokroaminoto Journal of Chemocal Sciene* 1(1): 4-6

- Basrin, F. (2020). Pengaruh Substitusi Tepung Terigu dengan Tepung Sukun (*Artocarpus altilis*) Terhadap Mutu Kimia Kue Semprong. *Jurnal Pengolahan Pangan*, 5(1), 7–14. <https://doi.org/10.31970/pangan.v5i1.31>
- Biro Pusat Statistik. 2018. “Produksi Ubi Jalar Menurut Provinsi”, 2014–2018. 151(2), 10–17.
- Blando, F., Calabriso, N., Berland, H., Maiorano, G., Gerardi, C., Carluccio, M. A., & Andersen, O. M. 2018. “Radical Scavenging and AntiInflammatory Activities of Representative Anthocyanin Groupings from Pigment-Rich Fruits and Vegetables”. *International Journal of Molecular Sciences* 19 (169): 1–15.
- Chen, C. 2015. “Pigments in fruits and vegetables: Genomics and dietetics”. *Pigments in Fruits and Vegetables*, 1–277. <https://doi.org/10.1007/978-1-4939-2356-4>
- Chen, C.-C. C., Lin, C., Chen, M.-H. H., & Chiang, P.-Y. Y. 2019. “Stability and quality of anthocyanin in purple sweet potato extracts”. *Foods*, 8(9), 1–13. <https://doi.org/10.3390/foods8090393>
- Clark, R., Fisher, J. E., Sketris, I. S., & Johnston, G. M. 2012. “Population prevalence of high dose paracetamol in dispensed paracetamol/opioid prescription combinations: an observational study”. *BMC Clinical Pharmacology*, 12(1), 11. <https://doi.org/10.1186/1472-6904-12-11>
- Corrêa, R. C. G., Garcia, J. A. A., Correa, V. G., Vieira, T. F., Bracht, A., & Peralta, R. M. 2019. “Pigments and vitamins from plants as functional ingredients: Current trends and perspectives”. *Advances in Food and Nutrition Research*, 90, 259–303. <https://doi.org/10.1016/bs.afnr.2019.02.003>
- Croft, H., & Chen, J. M. 2017. “Leaf pigment content. In *Comprehensive Remote Sensing* (Vols. 1–9, Issue October)”. Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409548-9.10547-0>
- D’amelia, V., Sarais, G., Fais, G., Dessì, D., Giannini, V., Garramone, R., Carputo, D., & Melito, S. 2022. “Biochemical Characterization

- and Effects of Cooking Methods on Main Phytochemicals of Red and Purple Potato Tubers”, a Natural Functional Food. *Foods*, 11(3). <https://doi.org/10.3390/foods11030384>
- Damanhuri. 2005. *Pewarisan Antosianin dan Tanggap Klon Tanaman Ubi Jalar (Ipomoea Batatas L.) terhadap Lingkungan Tumbuh*. Malang: Fakultas Pasca Sarjana, Universitas Brawijaya.
- Damayanti, R., Hardeli, & Sanjaya, H. 2014. “Preparasi Dye Sensitized Solar Cell (DSSC) Menggunakan Ekstrak Antosianin Ubi Jalar Ungu (*Ipomea batatas L.*)”. *Jurnal Sains dan Teknologi*, 6(2), 148—157.
- Daniela Ticoalu, G., & Mahar Maligan, J. 2016. “Pemanfaatan Ubi Ungu (*Ipomoea Batatas*) sebagai Minuman Berantosianin dengan Proses Hidrolisis Enzimatis the Utilization of Purple Sweet Potato (*Ipomoea batatas*) as an Anthocyanin Contained Beverage Using Enzymatic Hydrolysis Process”. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 4(1), 46—55.
- Dwiyanti, G., Siswaningsih, W., & Febrianti, A. 2018. “Production of purple sweet potato (*Ipomoea batatas L.*) juice having high anthocyanin content and antioxidant activity”. *Journal of Physics: Conference Series*, 1013(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1013/1/012194>
- Eka, C., Harianto, W., Hasian, T., & Widyaningsih, T. D. 2018. “Uji Efektifitas Sifat Hepatoprotektor Ekstrak Bawang Lanang Pada Tikus Galur Wistar Jantan yang Diinduksi Parasetamol”. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 6(4), 1—10.
- Ekaputra, T., & Pramitasari, R. 2020. “Evaluation of physicochemical properties of anthocyanin extracts and powders from purple sweet potato (*Ipomoea batatas L.*)”. *Food Research*, 4(6), 2020—2029. [https://doi.org/10.26656/fr.2017.4\(6\).195](https://doi.org/10.26656/fr.2017.4(6).195)
- Faizah, Novita Ismi; Haryanti, S. 2020. “Pengaruh Lama Dan Tempat Penyimpanan Yang Berbeda Terhadap Kandungan Gizi Umbi Jalar (*Ipomoea batatas*) var. Manohara”. *Jurnal Akademika Biologi*, 9(2), 8—14.
- Fan, Y., & Picchioni, F. 2020. “Modification of starch: A review on the application of “green” solvents and controlled functionalization”.

Carbohydrate Polymers, 241(April). <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2020.116350>

- Farida, S., Saati, E. A., Damat, D., & Wahyudi, A. 2023. "Assessment of Purple Sweet Potato Flour Antin 2 and Antin 3 Varieties Nutritional Quality Using Various Drying Temperature". *Carpathian Journal of Food Science and Technology*, 66—77. <https://doi.org/10.34302/crpjfst/2023.15.2.7>
- Fatimatuzahro, D., Tyas, D. A., & Hidayat, S. 2019. "Pemanfaatan Ekstrak Kulit Ubi Jalar Ungu (*Ipomea batatas* L.) sebagai Bahan Pewarna Alternatif untuk Pengamatan Mikroskopis *Paramecium* sp. dalam Pembelajaran Biologi". *Al-Hayat: Journal of Biology and Applied Biology*, 2(1), 1. <https://doi.org/10.21580/ah.v2i1.4641>
- Ginting, E., Utomo, J. S., & Yulifianti, R. 2011. "Potensi Ubi jalar Ungu sebagai Pangan Fungsional". *Iptek Tanaman Pangan*, 6(1).
- Ginting, E., Yulifianti, R., & Jusuf, M. 2014. "Ubi Jalar sebagai Bahan Diversifikasi Pangan Lokal". *Jurnal Pangan*, 23 (2): 194—206.
- Hailu Kassegn, H. 2018. "Determination of proximate composition and bioactive compounds of the Abyssinian purple wheat". *Cogent Food and Agriculture*, 4(1). <https://doi.org/10.1080/23311932.2017.1421415>
- Hambali, M., Mayasari, F., & Noermansyah, F. 2014. "Ekstraksi Antosianin dari Ubi Jalar dengan Variasi Konsentrasi Solven, dan Lama Waktu Ekstraksi". *Jurnal Teknik Kimia*, 20(2), 25—35.
- Haq, F., Yu, H., Wang, L., Teng, L., Haroon, M., Khan, R. U., Mehmood, S., Bilal-Ul-Amin, Ullah, R. S., Khan, A., & Nazir, A. 2019. "Advances in chemical modifications of starches and their applications". *Carbohydrate Research*, 476(November 2018), 12—35. <https://doi.org/10.1016/j.carres.2019.02.007>
- Hardiyanti, Y., Darwis, D., & Santoni, A. 2013. "Ekstraksi dan Uji Antioksidan Senyawa Antosianin dari Daun Miana (*Coleus scutellarioides* L (Benth.)) serta Aplikasi pada Minuman." *Jurnal Kimia Unand*. 2 (2): 44—50.

- Hartawan, H., & Istiqomah, I. 2021. “Penggunaan FTIR pada Praktikum Farmasi Fisika untuk Interaksi Fisika menggunakan Basis Sedian Semi Solid dengan Bahan Alam Lokal”. *Jurnal Penelitian Sains*, 23(1), 8. <https://doi.org/10.56064/jps.v23i1.584>
- Hellmann, H., Goyer, A., & Navarre, D. A. 2021. “Antioxidants in potatoes: A functional view on one of the major food crops worldwide”. *Molecules*, 26(9), 1–29. <https://doi.org/10.3390/molecules26092446>
- Herndon, C. M., & Dankenbring, D. M. 2014. “Patient Perception and Knowledge of Acetaminophen in a Large Family Medicine Service”. *Journal of Pain & Palliative Care Pharmacotherapy*, 28(2), 109–116. <https://doi.org/10.3109/15360288.2014.908993>
- Herry Santosa, Noer Abyor Handayani, Hasbi Ashidqi Bastian, I. M. Ku. 2015. “Modifikasi Tepung Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea batatas* L. Poir) dengan Metode Heat Moisture Treatment (HMT) sebagai Bahan Baku Pembuatan Mie Instan. Modifikasi Tepung Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea Batatas* L. Poir) dengan Metode Heat Moisture Treatment (Hmt) sebagai Bahan Baku Pembuatan Mi Instan”, 11(01). <https://doi.org/10.14710/metana.v11i01.12580>
- Hervelly;Rohima, Ira Endah; Fauziah, S.2019. “Karakteristik Tepung Ubi Jalar (*Ipomoea batatas*) Termodifikasi Secara Fermentasi Menggunakan Koji *Bacillus subtilis* dan Aplikasinya pada Pengolahan Pangan”. *Pasundan Food Technology Journal*, 6(1), 8–17.
- Husna, N. El, Novita, M., & Rohaya, S. 2013. “Kandungan Antosianin dan Aktivitas Antioksidan Ubi Jalar Ungu Segar dan Produk Olahannya”. *Jurnal Agritech*, 33(03), 296–302. <https://doi.org/10.22146/agritech.9551>
- Hwang, Y. P., Choi, J. H., Choi, J. M., Chung, Y. C., & Jeong, H. G. 2011. “Protective mechanisms of anthocyanins from purple sweet potato against tert-butyl hydroperoxide-induced hepatotoxicity”. *Food and Chemical Toxicology*, 49(9), 2081–2089. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2011.05.021>

- Isnaeni, R. A. S., Tuslinah, L., & Suhendy, H. 2021. “Uji Stabilitas Kopigmentasi Asam Sitrat Antosianin Ekstrak Etanol Kulit Buah Naga Merah (*Hylocereus costaricensis*) Pada Berbagai pH dan Temperatur”. *Journal of Pharmacopolium*, 1(2), 62—68. http://repository.stikes-bth.ac.id/1440/9/Rizka_Akmalia_Poster.pdf
- Jawi, I. M., Yasa, I. W. P. S., & Mahendra, A. N. 2016. “Antihypertensive and Antioxidant Potential of Purple Sweet Potato Tuber Dry Extract in Hypertensive Rats”. *Bali Medical Journal*, 5(2), 65. <https://doi.org/10.15562/bmj.v5i2.217>
- Ji, H., Zhang, H., Li, H., & Li, Y. 2015. “Analysis on the Nutrition Composition and Antioxidant Activity of Different Types of Sweet Potato Cultivars”. *Food and Nutrition Sciences*, 06(01), 161—167. <https://doi.org/10.4236/fns.2015.61017>
- Jiang, T., Mao, Y., Sui, L., Yang, N., Li, S., Zhu, Z., Wang, C., Yin, S., He, J., & He, Y. 2019. “Degradation of anthocyanins and polymeric color formation during heat treatment of purple sweet potato extract at different pH”. *Food Chemistry*, 274, 460—470. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.07.141>
- Jiao, Yuzhi, Jiang, Yanji, Zhai, Weiwe, Yang, Z. 2012. “Studies on antioxidant capacity of anthocyanin extract from purple sweet potato (*Ipomoea batatas* L.)”. *African Journal of Biotechnology*, 11(27), 7046—7054. <https://doi.org/10.5897/ajb11.3859>
- Julizan, Nur; Maemunah, Siti; Dwiyantri, Dina; Al Anshori, J. 2019. “Validasi Penentuan Aktivitas Antioksidan dengan Metode DPPH”. *Kandaga—Media Publikasi Ilmiah Jabatan Fungsional Tenaga Kependidikan*, 1(1). <https://doi.org/10.24198/kandaga.v1i1.21473>
- Kamiloglu, S., Capanoglu, E., Grootaert, C., & Camp, J. V. 2015. “Anthocyanin Absorption and Metabolism by Human Intestinal Caco-2 Cells-A Review.” *International Journal of Molecular Sciences* 16: 21555—21574. ISSN: 1422-0067.
- 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 and*

- Nutrition Research, 61(1). <https://doi.org/10.1080/16546628.2017.1361779>
- Kim, H. W., Kim, S. R., Lee, Y. M., Jang, H. H., & Kim, J. B. 2017. "Analysis of Variation in Anthocyanin Composition in Korean Coloured Potato Cultivars by LC-DAD-ESI-MS and PLS-DA". *Potato Research*, 33(1), 1—17. <https://doi.org/10.1007/s11540-017-9348-x>
- Koswara, S. 2009. "Teknologi modifikasi pati. Ebook Pangan", 1—32. <http://tekpan.unimus.ac.id/wp-content/uploads/2013/07/Teknologi-Modifikasi-Pati.pdf>
- Kristiana, H. D., Ariviani, S., & Khasanah, L. U. 2012. "Ekstraksi Pigmen Antosianin Buah Senggani (*Melastoma malabathricum* Auct. NonLinn) dengan Variasi Jenis Pelarut." *Jurnal Teknosains Pangan* 1 (1): 105—109.
- Kurniasari, F N, Rahmi, Y., Devina, C. I. P., Aisy, N. R., & Cempaka, A. R. 2021. "Perbedaan Kadar Antosianin Ubi Ungu Segar Dan Tepung Ubi Ungu Varietas Lokal Dan Antin 3 Pada Beberapa Alat Pengeringan". *J. Nutr. Coll*, 10(4), 313—320. <https://doi.org/10.14710/jnc.v10i4.32071>
- Lee, M. J., Park, J. S., Choi, D. S., & Jung, M. Y. 2013. "Characterization and quantitation of anthocyanins in purple-fleshed sweet potatoes cultivated in Korea by HPLC-DAD and HPLC-ESI-QTOF-MS/MS". *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61(12), 3148—3158. <https://doi.org/10.1021/jf3055455>
- Li, A., Xiao, R., He, S., An, X., He, Y., Wang, C., Yin, S., Wang, B., Shi, X., & He, J. 2019. "Research advances of purple sweet potato anthocyanins: Extraction, identification, stability, bioactivity, application, and biotransformation". *Molecules*, 24(21). <https://doi.org/10.3390/molecules24213816>
- Li, J., Zhang, L., & Liu, Y. 2013. "Optimization of extraction of natural pigment from purple sweet potato by response surface methodology and its stability". *Journal of Chemistry*, 2013, 1—6. <https://doi.org/10.1155/2013/590512>
- Liao, L., & Wu, W. 2017. "Fermentation Effect on the Properties of Sweet Potato Starch and its Noodle's Quality by *Lactobacillus*

- plantarum”. *Journal of Food Process Engineering*, 40(3), e12460. <https://doi.org/10.1111/jfpe.12460>
- Lim, S., Xu, J., Kim, J., Chen, T.-Y., Su, X., Standard, J., Carey, E., Griffin, J., Herndon, B., Katz, B., Tomich, J., & Wang, W. 2013. “Role of anthocyanin-enriched purple-fleshed sweet potato p40 in colorectal cancer prevention”. *Molecular Nutrition & Food Research*, 57(11), 1908—1917. <https://doi.org/10.1002/mnfr.201300040>
- Maesaroh, K., Kurnia, D., & Al Anshori, J. 2018. “Perbandingan Metode Uji Aktivitas Antioksidan DPPH, FRAP dan FIC Terhadap Asam Askorbat, Asam Galat dan Kuersetin”. *Chimica et Natura Acta*, 6(2), 93. <https://doi.org/10.24198/cna.v6.n2.19049>
- Mahmudatuss’adah, A. 2014. “Komposisi Kimia Ubi Jalar (*Ipomoea batatas* L) Cilembu pada Berbagai Waktu Simpan sebagai Bahan Baku Gula Cair”. *Pangan*, 23(1), 53—64.
- Mahmudatuss’adah, A., Fardiaz, D., Andarwulan, N., & Kusnandar, F. 2014. “Karakteristik Warna dan Aktivitas Antioksidan Antosianin Ubi Jalar Ungu [Color Characteristics and Antioxidant Activity of Anthocyanin Extract from Purple Sweet Potato]”. *Jurnal Teknologi Dan Industri Pangan*, 25(2), 176—184. <https://doi.org/10.6066/jtip.2014.25.2.176>
- Maleta, H. S., Indrawati, R., Limantara, L., & Brotosudarmo, T. H. P. 2018. “Various Carotenoid Extraction Methods from Sources of Plants in Recent Decade (Review Paper)”. *Jurnal Rekayasa Kimia & Lingkungan*, 13(1), 40—50.
- Mallet, C., Eschalier, A., & Daulhac, L. 2017. “Paracetamol: Update on its Analgesic Mechanism of Action”. *Pain Relief - From Analgesics to Alternative Therapies*, August. <https://doi.org/10.5772/66649>
- Mareta, D. T. 2019. “Hedonic Test Method for Measuring Instant Pindang Seasoning Powder Preferences. *Journal of Science and Applicative Technology*, 3(1), 34. <https://doi.org/10.35472/jsat.v3i1.195>

- Marszalek, K., Wozniak, L., Kruszewski, B., & Skapska, S. 2017. "The Effect of High-Pressure Techniques on the Stability of Anthocyanins in Fruit and Vegetables". *International Journal of Molecular Sciences* 18: 1—23.
- Masrukan, M. 2020. "Potensi Modifikasi Pati Dengan Esterifikasi Sebagai Prebiotik". *Agrotech: Jurnal Ilmiah Teknologi Pertanian*, 3(1), 1—14. <https://doi.org/10.37631/agrotech.v3i1.174>
- Meidina, A. P., Isnan, F., & Damanik, D. 2018. "Pengaruh Pencampuran Ubi Ungu Pada Puding Sebagai Dessert Anti Kanker". *Jurnal Sains Terapan Pariwisata*, 3(2), 243—252.
- Milind P. and Monika. 2015. "Sweet Potato as a Super-Food, International". *Journal of Research Ayurveda Pharmacy*, 6 (4), 557—562.
- Minah, F. N., Astuti, S., & Jimmy. 2015. "Optimalisasi proses pembuatan substitusi tepung terigu sebagai bahan pangan yang sehat dan bergizi". *Jurnal Industri Inovatif*, 5(2), 1—8.
- Mindarti, S., Zalizar, L., Damat, D., & Saati, E. A. 2021. "Glycemic response and physiological effect of Wistar rats toward substitution of Arabica coffee flour on feed". *IOSR Journal of Dental and Medical Sciences*, 20(6), 59—64. <https://doi.org/10.9790/0853-2006015964>
- Misnaiyah, Indani, & Kamal, R. 2018. "Daya Terima Konsumen Terhadap Puding Brokoli (*Brassica Oleracea*)". *Journal of Chemical Information and Modeling*, 3(1), 54—62.
- Mohd-Natsir, Hasmidah; Abd-Talib, Norfahana; Mohd-Setapar, Siti Hamidah; Wong, Lee, Peng Wong; Idham, Zuhaili; Casillas, Alejandro Chaves; Ahmad, A. 2018. "Natural Colorants from Plants for Wellness Industry." *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 9(3), 836—843. [https://doi.org/10.13040/IJPSR.0975-8232.9\(3\).836-43](https://doi.org/10.13040/IJPSR.0975-8232.9(3).836-43)
- Monica, S. H., & Avrilia, D. A. 2013. "Penentuan Jenis Solven dan pH Optimum pada Analisis Senyawa Delphinidin dalam Kelopak Bunga Rosela dengan Metode Spektrofotometri UV-Vis." *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri* 2 (2): 91—96.

- MS. Purwono, L. dan Purnamawati. 2007. *Budidaya Tanaman Pangan*. Jakarta: Penerbit Agromedia.
- Najiyati, S. dan. Danarti. 1995. *Palawija Budidaya dan Analisis Usaha Tani*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Neri-Numa, I. A., Pessoa, M. G., Paulino, B. N., & Pastore, G. M. 2017. "Genipin: A natural blue pigment for food and health purposes." In *Trends in Food Science and Technology* (Vol. 67, pp. 271—279). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.06.018>
- Ngamwonglumlert, L., Devahastin, S., & Chiewchan, N. 2017. "Natural colorants: Pigment stability and extraction yield enhancement via utilization of appropriate pretreatment and extraction methods". *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 57(15), 3243—3259. <https://doi.org/10.1080/10408398.2015.1109498>
- Nugraheni, M. 2012. "Pewarna Makanan dan Potensi Fungsionalnya". Seminar Nasional Peningkatan Kompetensi Guru Dalam Menghadapi UKG, 1—11.
- Nurdjanah, Siti., Neti Yuliana. 2019. *Ubi Jalar Teknologi Produksi dan Karakteristik Tepung Ubi Jalar Ungu Termodifikasi*. Bandar Lampung: Anugrah Utama Raharja.
- Nurhayati, N. 2019. "Modifikasi Pati Secara Asetilasi Dan Aplikasinya Pada Pembentukan Film". *Jurnal Agrotek Ummat*, 6(2), 100. <https://doi.org/10.31764/agrotek.v6i2.1659>
- Nurtiana, W. 2019. "Anthocyanin As Natural Colorant: a Review". *Food ScienTech Journal*, 1(1), 1. <https://doi.org/10.33512/fsj.v1i1.6180>
- Nurtiana, W. 2019. Anthocyanin as Natural Colorant: a Review. *Food ScienTech Journal*, 1(1), 1—7.
- Prasetyo, H. A., & Winardi, R. 2020. "Antioksidan pada Pembuatan Tepung dan Cake Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea batatas* L)." *Jurnal Agrica Ekstensia*, 14(1), 25—32.
- Pratiwi, S. W., & Priyani, A. A. 2019. "Pengaruh Pelarut dalam Berbagai pH pada Penentuan Kadar Total Antosianin dari Ubi

- Jalar Ungu dengan Metode pH Diferensial Spektrofotometri”. *EduChemia (Jurnal Kimia Dan Pendidikan)*, 4(1), 89. <https://doi.org/10.30870/educhemia.v4i1.4080>
- Priska, M., Peni, N., Carvallo, L., & Ngapa, Y. D. 2018. “Antosianin dan pemanfaatannya”. *Cakra Kimia (Indonesian E-Journal of Applied Chemistry)*, 6(2), 79—97.
- Priska, M., Peni, N., Carvallo, L., & Ngapa, Y. D. 2018. “Review: Antosianin dan Pemanfaatannya.” *Cakra Kimia Indonesia*, 6(2), 79—97.
- Putri, S. 2019. “Pengembangan Hybrid Tepung Ubi Jalar Kaya Antioksidan.” *Jurnal Kesehatan*, 10(2), 153. <https://doi.org/10.26630/jk.v10i2.1105>
- Ramdath, D. D., Lu, Z. H., Maharaj, P. L., Winberg, J., Brummer, Y., & Hawke, A. 2020. “Proximate analysis and nutritional evaluation of twenty Canadian lentils by principal component and cluster analyses”. *Foods*, 9(2). <https://doi.org/10.3390/foods9020175>
- Rosidah. 2010. “Potensi Ubi Jalar sebagai Bahan Baku Industri Pangan”. *Teknubuga*. 2 (2): 44—52.
- Rosyida, A., & Wedyatmo, D. A. 2014. “Pemanfaatan Daun Jati Muda untuk Pewarnaan Kain Kapas pada Suhu Kamar.” *Arena Tekstil* 29 (2): 115—124.
- Rukmana R, 1997. *Botani Tanaman*. Jawa Barat: Institut Pertanian Bogor.
- Ruttarattanamongkol, K., Chittrakorn, S., Weerawatanakorn, M., & Dangpium, N. 2011. “Effect of drying conditions on properties, pigments and antioxidant activity retentions of pretreated orange and purple-fleshed sweet potato flours”. *Journal of Food Science and Technology*. <https://doi.org/10.1007/s13197-015-2086-7>
- Saati, E. A., Ramadhan, A. H., Lutfi, M., Wahyudi, V. A., & Manshur, H. A. 2020. “Utilization of rose flower extract as antioxidant rich-drink”. *IOP Conference Series: Earth and Environmental*

- Science, 458(1), 012035. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/458/1/012035>
- Saati, E.A. 2016. "Antioxidant power of rose anthocyanin pigment." *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences*, 11(17), 10201—10204.
- Saati, Elfi A., Wahyudi, V. A., Dyah, A., & Andriawan, S. 2022. "Anthocyanin extract of *Rosa* sp. as a natural preservative in *Euthynnus affinis*." *AAACL Bioflux*, 15(1), 136—146.
- Saati, Elfi Anis. 2014. "Eksplorasi Pigmen Antosianin Bahan Hayati Lokal Pengganti Rodhamin B dan Uji Efektivitasnya Pada Beberapa Produk Industri/Pangan." *Jurnal Gamma*, 9(2), 2.
- Safari, A., Ginting, S. D. R. B., Fadhlillah, M., Rachman, S. D., Anggraeni, N. I., & Ishmayana, S. 2019. "Ekstraksi dan Penentuan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea batatas* L.)." *Al-Kimiya*, 6(2), 46—51. <https://doi.org/10.15575/ak.v6i2.6039>
- Safari, A., Ishmayana, S., Aini, S. Q., Rachman, S. D., Yusuf, M., Fadhlillah, M., Wulandari, E., & Idar, I. 2017. "Penggunaan Enzim α -Amilase dari *Saccharomycopsis fibuligera* R64 untuk Peningkatan Kualitas Roti Komposit Terigu-Ubi Jalar Ungu. *Al-Kimia*", 5(2), 193—207. <https://doi.org/10.24252/al-kimia.v5i2.3861>
- Salim, M., Dharma, A., Mardiah, E., & Oktoriza, G. 2017. "Pengaruh Kandungan Antosianin Dan Antioksidan Pada Proses Pengolahan Ubi Jalar Ungu." *Jurnal Zarah*, 5(2), 7—12. <https://doi.org/10.31629/zarah.v5i2.209>
- Samber, L. N., Semangun, H., & Prasetyo, B. 2016. "Ubi Jalar Ungu Papua Sebagai Sumber Antioksidan." *Seminar Nasional, Dewi 2007*, 3. samber.loretha@yahoo.com
- Santoso, W. E. A., & Estiasih, T. 2014. "Kopigmentasi Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea batatas* var. *Ayamurasaki*) dengan Kopigmen Na-Kaseinat dan Protein Whey serta Stabilitasnya terhadap Pemanasan." *Jurnal Pangan dan Agroindustri* 2 (4): 121—127.

- Sarwono. 2005. *Membuat Tempe dan Oncom*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Shaliha, L. A., Budi, S., Abduh, M., & Hintono, A. 2017. "Antioxidant Activity, Texture, and Lightness Purple Sweet Potato (*Ipomoea batatas*) Steamed on Various Heating Time". *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 6(4), 141—144.
- Silva, V. O., Freitas, A. A., Maçanita, A. L., & Quina, F. H. 2016. "Chemistry and photochemistry of natural plant pigments: the anthocyanins". *Journal of Physical Organic Chemistry*, 29(11), 594—599. <https://doi.org/10.1002/poc.3534>
- Sipahli, S., Mohanlall, V., & Mellem, J. J. 2017. "Stability and Degradation Kinetics of Crude Anthocyanin Extract from H". *Sabdarriffa. Food Science and Technology* 37 (2): 209—215.
- Siregar, A. H. 2016. "Pembuatan Zat Warna Alam dari Tumbuhan Berasal dari Daun." *Bina Teknika* 12 (1): 103—110.
- Su, X., Griffin, J., Xu, J., Ouyang, P., Zhao, Z., & Wang, W. 2019. "Identification and quantification of anthocyanins in purple-fleshed sweet potato leaves." *Heliyon*, 5(6). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e01964>
- Šubarić, D., Ačkar, Đ., Babić, J., Sakač, N., & Jozinović, A. 2014. "Modification of wheat starch with succinic acid/acetic anhydride and azelaic acid/acetic anhydride mixtures I. Thermophysical and pasting properties." *Journal of Food Science and Technology*, 51(10), 2616—2623. <https://doi.org/10.1007/s13197-012-0790-0>
- Sukardi, S., Kiswaya, S. M., & Pranowo, D. 2018. "Extract Anthocyanin of Dried Purple Sweet Potato as Electron Donors in Dye Sensitized Solar Cell (DSSC)". *Industria: Jurnal Teknologi Dan Manajemen Agroindustri*, 7(3), 133—142. <https://doi.org/10.21776/ub.industria.2018.007.03.1>
- Sunyoto, M., Andoyo, R., Radiani A., H., & Nurmalinda, R. 2017. "Kajian Karakteristik Pure Kering Ubi Jalar Dengan Perlakuan Suhu Dan Lama Annealing Sebagai Sediaan Pangan Darurat." *JST (Jurnal Sains Dan Teknologi)*, 6(1), 1—10. <https://doi.org/10.23887/jst-undiksha.v6i1.9047>

- Supadmi Sri. 2009. “Study Variasi Ubi Jalar (*Ipomoea Batatas* L) Berdasarkan Morfologi, Kandungan Gula Reduksi dan Pola Pita Lisozim,” Program Pasca Sarjana Fakultas Sains Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- Suprapti, L. M. 2003. *Tepung Ubi Jalar Pembuatan dan pemanfaatannya*. Yogyakarta: Penerbit Kanisius.
- Susetyo, Y. A. S. 2016. “Optimasi Kandungan Gizi Tepung Ubi Jalar (*Ipomoea Batatas* L.) Terfermentasi Ditinjau Dari Dosis Penambahan Inokulum Angkak Serta Aplikasinya Dalam Pembuatan Mie Basah.” *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 5(3). <https://doi.org/10.17728/jatp.172>
- Suter, I. K. 2011. “Pangan Fungsional dan Prospek Pengembangannya”. https://repositori.unud.ac.id/protected/storage/upload/repositori/ID3_19501231197602100323091304927makalah-gizi.pdf
- Tang, B., He, Y., Liu, J., Zhang, J., Li, J., Zhou, J., Ye, Y., Wang, J., & Wang, X. 2019. “Kinetic investigation into pH-dependent color of anthocyanin and its sensing performance”. *Dyes and Pigments*, 170(June), 107643. <https://doi.org/10.1016/j.dyepig.2019.107643>
- Toan, N. Van, Vu, N., & Anh, Q. 2019. “Preparation and Improved Quality Production of Flour and the Made Biscuits from Purple Sweet Potato”. *Jfn*, 4. <https://doi.org/10.17303/jfn.2018.4.102>
- Wadhani, L. P. P., Ratnaningsih, N., & Lastariwati, B. 2021. “Kandungan Gizi, Aktivitas Antioksidan dan Uji Organoleptik Puding Berbasis Kembang Kol (*Brassica oleracea* var. *botrytis*) dan Strawberry (*Fragaria x ananassa*)”. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 10(1), 194—200. <https://doi.org/10.17728/jatp.7061>
- Wahyuni, H., Hanum, T., & Murhadi. 2017. “Pengaruh Kopigmentasi Terhadap Stabilitas Warna Antosianin Ekstrak Kulit Terung Belanda (*Cyphomandra betacea* Sendtn)”. *Jurnal Teknologi Industri & Hasil Pertanian*, 22(1), 40—51.
- Wang, L., Zhao, Y., Zhou, Q., Luo, C. L., Deng, A. P., Zhang, Z. C., & Zhang, J. L. 2017. “Characterization and hepatoprotective

- activity of anthocyanins from purple sweet potato (*Ipomoea batatas* L. cultivar Eshu No. 8)”. *Journal of Food and Drug Analysis*, 25(3), 607—618. <https://doi.org/10.1016/j.jfda.2016.10.009>
- Wardana, A. A., & Yulia. 2018. “The influence of acid hydrolysis followed by autoclaving-cooling on physical properties and resistant starch of purple sweet potato (*Ipomea batatas* L.) flour.” *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 195(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/195/1/012055>
- Winarti, S., Sarofa, U., & Anggrahini, D. 2008. “Estraksi dan Stabilitas Warna Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea batatas* L.) Sebagai Pewarna Alami.” *Jurnal Teknik Kimia*, 3(1), 207—214.
- Wira Mahadita, G., Jawi, M., & Suastika, K. 2016. “Purple sweet potato tuber extract lowers mallondialdehyde and improves glycemic control in subjects with type 2 diabetes mellitus.” *Global Advanced Research Journal of Medicine and Medical Sciences*, 5(7), 2315—5159. <http://garj.org/garjmms>
- Woolfe, J.A. 1992. *Sweet Potato: An Untapped Food Resource*. Australia: Cambridge University Press.
- Xu, J., Su, X., Lim, S., Griffin, J., Carey, E., Katz, B., Tomich, J., Smith, J. S., & Wang, W. 2015. “Characterisation and stability of anthocyanins in purple-fleshed sweet potato P40.” *Food Chemistry*, 186 (February 2018), 90—96. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.08.123>
- Yang, Y., Zhang, Z. cheng, Zhou, Q., Yan, J. xing, Zhang, J. liang, & Su, G. hua. 2020. “Hypouricemic effect in hyperuricemic mice and xanthine oxidase inhibitory mechanism of dietary anthocyanins from purple sweet potato (*Ipomoea batatas* L.)”. *Journal of Functional Foods*, 73(May), 104151. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2020.104151>
- Yong, H., Wang, X., Sun, J., Fang, Y., Liu, J., & Jin, C. 2018. “Comparison of the structural characterization and physicochemical properties of starches from seven purple sweet potato varieties cultivated in China”. *International*

Journal of Biological Macromolecules, 120(1), 1632—1638.
<https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2018.09.182>

- Zahroh, Fatimatuz; Agustini, R. 2021. “Penentuan Kandungan Total Antosianin Yeast Beras Hitam (*Oryza sativa* L. Indica) Menggunakan Metode pH Diferensial.” *UNESA Journal of Chemistry*, 10(2), 200—208.
- Zakaria, Z. A., Yahya, F., Mamat, S. S., Mahmood, N. D., Mohtarrudin, N., Taher, M., Hamid, S. S. A., Teh, L. K., & Salleh, M. Z. 2016. “Hepatoprotective action of various partitions of methanol extract of *Bauhinia purpurea* leaves against paracetamol-induced liver toxicity: Involvement of the antioxidant mechanisms”. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 16(1), 1—16. <https://doi.org/10.1186/s12906-016-1110-4>
- Zhang, M., Pan, L. J., Jiang, S. T., & Mo, Y. W. 2016. “Protective effects of anthocyanins from purple sweet potato on acute carbon tetrachloride-induced oxidative hepatotoxicity fibrosis in mice”. *Food and Agricultural Immunology*, 27(2), 157—170. <https://doi.org/10.1080/09540105.2015.1079589>
- Zhi, Q., Lei, L., Li, F., Zhao, J., Yin, R., & Ming, J. 2020. “The anthocyanin extracts from purple-fleshed sweet potato exhibited anti-photoaging effects on ultraviolet B-irradiated BALB/c-nu mouse skin.” *Journal of Functional Foods*, 64 (August 2019), 103640. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2019.103640>
- Zhu, F., & Sun, J. 2019. “Physicochemical and sensory properties of steamed bread fortified with purple sweet potato flour”. *Food Bioscience*, 30(August 2018), 100411. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2019.04.012>
- Zhu, Z., Guan, Q., Koubaa, M., Barba, F. J., Roohinejad, S., Cravotto, G., Yang, X., Li, S., & He, J. 2017. “HPLC-DAD-ESI-MS2 analytical profile of extracts obtained from purple sweet potato after green ultrasound-assisted extraction”. *Food Chemistry*, 215, 391—400. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.04.012>



GLOSARIUM

- Antosianin : adalah pigmen alami yang larut dalam air dan bersifat agak polar, ditemukan dalam tanaman yang memberi warna merah, biru sampai ungu kehitaman.
- Antioksidan : adalah zat alami maupun buatan yang dapat memperlambat dan mencegah proses oksidasi senyawa lain
- Antiproliferatif : suatu senyawa yang dapat menghentikan proses pertumbuhan melalui berbagai mekanisme (misal senyawa antikanker)
- Biosintesis : merupakan proses terbentuknya suatu senyawa kompleks dari suatu substrat sederhana melalui serangkaian tahapan yang melibatkan katalis enzim dalam makhluk hidup
- Detoksifikasi : proses yang dapat mengurangi toksin atau sebuah zat penyebab kerusakan pada jaringan di sekitarnya
- Diabetes mellitus : suatu penyakit atau gangguan metabolisme kronis dengan multi etiologi yang ditandai dengan tingginya kadar gula
- Ekstraksi : suatu proses pemisahan suatu zat berdasarkan perbedaan kelarutannya terhadap dua cairan tidak saling larut yang berbeda,
- Flavonoid : merupakan senyawa metabolit sekunder dengan struktur fenolik yang bervariasi dan dapat ditemukan dalam buah-buahan, sayuran dan umbi-umbian

- Fortifikasi atau pengayaan : merupakan salah satu metode penambahan nutrisi tertentu untuk memperkaya kandungan gizi bahan pangan
- FTIR : (Fourier Transform Infra Red) merupakan metode pengukuran sederhana yang digunakan untuk mendeteksi struktur molekul senyawa dan konsentrasi analit dalam suatu sampel senyawa organik.
- Hemokromatosis : adalah kondisi turunan yang menyebabkan tubuh menyerap terlalu banyak zat besi dari makanan yang dikonsumsi
- Hepatotoksisitas : kerusakan organ hati akibat penggunaan obat
- Hepatoprotektor : suatu zat yang dapat melindungi kerusakan hati akibat adanya obat-obatan, senyawa kimia, serangan virus dan lain-lain.
- Hipoglikemik : kondisi tubuh dimana kadar gula dalam darah dibawah kadar normal
- HPLC – MS : (High-performance liquid chromatography Mass Spectrometry) adalah teknik analisis yang menggabungkan kemampuan pemisahan fisik dari kromatografi cair dengan spesifisitas deteksi spektrometri massa
- Kultivar sekelompok tumbuhan yang telah dipilih/diseleksi untuk suatu atau beberapa ciri tertentu yang khas dan dapat dibedakan secara jelas dari kelompok lainnya
- Metabolisme : serangkaian proses biokimia yang terjadi dalam tubuh makhluk hidup
- NMR : Nuclear Magnetic Resonance adalah salah satu metode analisis yang paling mudah digunakan pada kimia modern
- Obesitas : adalah kondisi berat badan melebihi batas normal karena adanya penumpukan lemak berlebih di dalam tubuh.
- Pangan fungsional : adalah pangan yang mengandung senyawa bioaktif yang memberikan manfaat bagi kesehatan
- Parasetamol/asetaminofen : obat yang dapat meredakan sakit kepala, demam, pegal-pegal, nyeri ringan sampai sedang

- Pigmen : adalah suatu zat yang memberi kesan warna pada benda berdasarkan responnya terhadap cahaya, baik yang dipantul atau yang diserap.
- Potensi : kemampuan, kekuatan, kesanggupan, daya yang mempunyai kemampuan untuk dikembangkan
- SGPT : Serum Glutamic Pyruvic Transaminase atau dikenal sebagai Alanin Transaminase (ALT) merupakan salah satu enzim di dalam tubuh manusia yang berfungsi sebagai katalisator dalam pembentukan alanin
- SGOT : Serum Glutamic Oxaloacetic Transaminase atau dikenal sebagai Aspartate Transaminase (AST) adalah enzim yang ditemukan di hati, jantung, otot rangka dan ginjal.
- Toksisitas : tingkatan paparan suatu zat yang dapat merusak terhadap organisme



BIOGRAFI PENULIS



Ir. Siti Farida, M.P.

adalah dosen tetap pada Program Studi Teknologi Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Malang. Bidang ilmu yang diampu adalah Ilmu Pangan dan Gisi, Teknologi Umbi dan Sereal dan Mikrobiologi Industri. Pendidikan S1 ditempuh di Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang lulus tahun 1985 dan S2 ditempuh di Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya Malang lulus tahun 1999. Pada tahun 2020 menempuh Pendidikan S3 di Universitas Muhammadiyah Malang, disertasi yang dibuat berjudul “Potensi Antosianin Ubi Jalar Ungu Kultivar Antin 3 dalam Pangan Fungsional sebagai Hepatoprotektor pada Tikus Putih”.

Buku teks yang telah diterbitkan adalah Ekologi Pangan dan Gizi yang telah mendapatkan Hak Cipta pada Tahun 2018. Bidang ilmu yang didalami adalah sumber pangan berbahan baku lokal khususnya umbi-umbian.

Potensi Ubi Jalar Ungu

Analisis Kandungan Antosianin



Ubi jalar ungu menjadi salah satu tanaman yang semakin menarik perhatian dalam dunia pertanian dan kesehatan, terutama karena kandungan antosianin yang tinggi. Antosianin adalah pigmen alami yang memberikan warna ungu pada ubi jalar, dan telah diketahui memiliki berbagai manfaat kesehatan. Analisis kandungan antosianin pada ubi jalar ungu telah memperlihatkan potensi besar dalam mendukung kesehatan manusia.

Antosianin dalam ubi jalar ungu terkenal karena sifat antioksidannya yang kuat. Antioksidan membantu melawan radikal bebas dalam tubuh, yang dapat menyebabkan kerusakan sel dan memicu berbagai penyakit kronis. Dengan mengonsumsi ubi jalar ungu yang kaya antosianin, kita dapat meningkatkan perlindungan tubuh terhadap peradangan dan risiko penyakit degeneratif.

Selain itu, antosianin juga telah dikaitkan dengan peningkatan kesehatan jantung. Zat ini dapat membantu mengurangi tekanan darah, meningkatkan keseimbangan kolesterol, dan melindungi pembuluh darah dari kerusakan. Sebagai bagian dari pola makan sehat, ubi jalar ungu dapat berkontribusi pada upaya pencegahan penyakit kardiovaskular.

Potensi ubi jalar ungu dengan kandungan antosianin tinggi tidak hanya terbatas pada manfaat kesehatan, namun juga mencakup peluang bisnis dalam industri makanan dan minuman fungsional. Produk-produk inovatif seperti minuman, makanan ringan, atau suplemen kesehatan berbasis ubi jalar ungu dapat menjadi alternatif menarik bagi konsumen yang semakin peduli terhadap kesehatan dan nutrisi.

Penerbit
litnus.



litrasinusantaraofficial@gmail.com
www.penerbitlitnus.co.id
@litnuspenerbit
litrasinusantara_
085755971589

Pendidikan

+17

ISBN 978-623-114-436-2



9 786231 144362