

Pengembangan Minuman Ready-to-Drink Kulit Buah Naga Merah dan Kulit Salak dengan Pemanis Stevia

Development of Ready-to-Drink Beverage from Red Dragon Fruit Peel and Zalacca Peel with Stevia Sweetener

Sellyna Wahyu Amelia¹; Riski Ayu Anggreini^{1*}

¹ Teknologi Pangan/Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur, Surabaya, Indonesia

Abstrak

Pengolahan buah naga dan salak memberikan hasil samping berupa kulit buah yang berpotensi menjadi limbah. Alternatif solusi yang dapat dilakukan adalah mengolah limbah kulit buah naga dan salak tersebut menjadi sebuah produk berupa minuman ready-to-drink fungsional yang tinggi antioksidan. Studi terkini menyatakan bahwa kulit buah naga merah mengandung senyawa kimia yang menunjukkan potensi sebagai antioksidan. Selain itu, pada kulit buah salak juga ditemukan kandungan antioksidan yang tinggi dan adanya asam galat, asam linoelaidat, asam palmitat, α -tokoferol, dan asam sterik yang dapat berkontribusi terhadap aktivitas penghambatan α -glukosidase. Penelitian terdahulu juga menyatakan bahwa daun stevia mengandung steviosida yang meningkatkan kadar insulin dengan memengaruhi sel β pankreas dan menurunkan kadar gula darah. Penelitian ini bertujuan untuk mereview manfaat gabungan kulit buah naga merah, kulit buah salak, dan stevia sebagai minuman fungsional *ready-to-drink* tinggi antioksidan.

Kata Kunci

Aktivitas antioksidan, efek antidiabetes, RTD


Abstract

Processing of dragon fruit and zalacca fruit provides a side product in the form of fruit peels which have the potential to become waste. An alternative solution that can be done is to process the dragon fruit and zalacca skin waste into a product in the form of a ready-to-drink functional drink that is high in antioxidants. Recent studies state that the skin of red dragon fruit contains chemical compounds that show potential as antioxidants. In addition, zalacca peels also contain high antioxidant content and the presence of gallic acid, linoleic acid, palmitic acid, α -tocopherol, and steric acid which can contribute to the inhibitory activity of α -glucosidase. Previous research also stated that stevia leaves contain stevioside which increases insulin levels by affecting pancreatic β cells and lowering blood sugar levels. This study aims to review the combined benefits of red dragon fruit peel, zalacca peel, and stevia as a ready-to-drink high-antioxidant functional drink.

Keyword

Antioxidant activity, antidiabetes effect, RTD

* Korespondensi : Riski Ayu Anggreini

 riskiyua.tp@upnjatim.ac.id

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan negara tropis yang kaya akan buah-buahan. Berbagai buah-buahan dapat dibudidayakan dengan baik dan tumbuh subur, contohnya adalah buah naga merah dan buah salak. Namun bagian buah naga merah dan buah salak yang sering dimanfaatkan adalah bagian daging buahnya, sedangkan kulit buahnya sering kali dibuang begitu saja. Pengolahan kulit buah naga merah dan kulit buah salak merupakan salah satu cara penanganan limbah kulit buah sehingga dapat meningkatkan nilai ekonomi kulit buah serta dapat digunakan sebagai alternatif minuman fungsional yang mengandung zat antioksidan yang tinggi.

Selama dekade terakhir telah terjadi peningkatan minat dalam produksi dan konsumsi makanan fungsional karena memberikan manfaat kesehatan yang signifikan. Industri minuman fungsional merupakan bagian terbesar dan paling cepat berkembang dari sektor pangan fungsional yang terdiri dari sektor makanan, minuman, dan suplemen. Pasar minuman fungsional global tumbuh sebesar 3% pada tahun 2010 hingga mencapai nilai \$48.186,1 juta dan pasar secara substansial berkembang sebesar 7,8% untuk mencapai nilai \$70.182,8 juta pada tahun 2014. Minat minuman fungsional telah menghasilkan sejumlah tren minuman baru di pasar yang dirancang untuk mengatasi masalah kesehatan tertentu (Tolun and Altintas, 2019).

Kebutuhan konsumen akan minuman siap saji atau disebut juga *ready to drink* (RTD) meningkat seiring dengan perubahan tren minuman, perubahan gaya hidup, meningkatnya kebutuhan akan tambahan nutrisi atau suplemen dan keinginan konsumen yang serba cepat dan praktis. Pada sebagian besar masyarakat perkotaan yang memiliki aktivitas yang banyak dan waktu yang sedikit menyebabkan terjadinya perubahan pola konsumsi produk minuman yang praktis menjadi kebutuhan, selain kepraktisan juga untuk mendapatkan manfaat yang diberikan dari suatu produk minuman (Saraswati *et al.*, 2020). Sedangkan segmen pasar untuk produk *naturally healthy ready to drink tea* di Indonesia diperkirakan tumbuh sebesar 4,2% pada tahun 2016 sampai 2021. Berdasarkan data tersebut maka dapat diketahui bahwa Indonesia merupakan negara dengan tingkat konsumsi produk teh *ready to drink* yang tinggi.

Buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*) merupakan salah satu buah yang kaya antioksidan (Zitha *et al.*, 2022; Paško *et al.*, 2021; Winahyu *et al.*, 2019). Bagian yang paling sering digunakan dari buah naga adalah buahnya. Kulit buah naga merupakan bagian dari buah naga yang telah terbuang karena belum dimanfaatkan secara optimal (Winahyu *et al.*, 2019; Purnamasari *et al.*, 2022; Suryaningsih *et al.*, 2021). Kulit buah naga merah mengandung pektin dan beberapa senyawa kimia seperti betasianin, flavonoid, dan fenol yang juga bersifat antioksidan aktivitas. Pektin juga dapat digunakan untuk pengembangan pangan fungsional (Faridah *et al.*, 2020).

Buah Salak (*Salacca zalacca*) merupakan salah satu buah tropis yang tumbuh subur di Indonesia, hal tersebut menyebabkan hasil panen salak sangat melimpah. Salak sejauh ini hanya dimanfaatkan buah salaknya untuk menjadi sebuah produk, untuk kulit dan biji salak, belum banyak dikembangkan menjadi suatu produk dan kulit salak hanya menjadi limbah. Kulit buah salak berpotensi sebagai bahan pangan fungsional karena senyawa yang dikandungnya berupa senyawa flavonoid yang dapat menurunkan kadar gula darah. Uji fitokimia menunjukkan bahwa sampel kulit buah salak mengandung senyawa flavonoid, tanin dan sedikit alkaloid. Kandungan dari kulit salak yang berpotensi dijadikan bahan baku minuman ready to drink adalah kadarnya antioksidannya (Dhyanaputri *et al.*, 2016). Analisis fitokimia pada GC-MS (*Gas chromatography–mass spektrometri*) memastikan adanya asam

galat, asaminoelaidat, asam palmitat, α -tokoferol, dan asam sterik yang dapat berkontribusi terhadap aktivitas penghambatan α glukosidase. Selain itu pada kulit salak juga terdapat senyawa asam kafeat, asamklorogenat, quercetin, dan asam 23-osmarinate (Kanlayavattanakul *et al.*, 2013).

Stevia rebaudiana (Bertoni) merupakan tanaman keluarga aster atau krisan yang mengandung delapan glikosida diterpen, protein, serat, karbohidrat, fosfor, zat besi, kalsium, kalium, flavonoid, seng, vitamin A, dan vitamin C. Glikosida merupakan bahan utama komponen stevia yang menghasilkan rasa manis tanpa kalori. Komponen utama stevia 200–300 kali lebih manis dari sukrosa. Bukti penelitian terbaru menunjukkan bahwa stevia merangsang sekresi insulin dengan bekerja sel beta pankreas dan juga menunjukkan sifat antioksidan (Assaei *et al.*, 2016; Masoumi *et al.*, 2020). Selain itu, beberapa penelitian menyimpulkan bahwa stevia dapat mengurangi glukosa darah hingga 35% pada manusia (Chaves *et al.*, 2018; Mayasari *et al.*, 2018).

Untuk mengoptimalkan pemanfaatan maka kulit buah naga dan kulit salak diformulasikan menjadi Minuman fungsional ready-to-drink sehingga memiliki nilai ekonomi dan mengurangi dampak limbah terhadap lingkungan. Minuman fungsional ready-to-drink adalah salah satunya persiapan yang mudah digunakan dan terjangkau.

2. Hasil & Pembahasan

Komponen Bioaktif pada Kulit Buah Naga Merah

Kulit buah naga merupakan sumber senyawa fenolik yang kaya dengan total kandungan fenolik hingga 6013 mg. Nilai ini tampaknya sebanding atau lebih tinggi dari kulit buah eksotis lain seperti kulit buah delima (285–330 mg GAE/100 g fw) (Singh *et al.*, 2018) kulit pisang (400–4700 mg GAE/100 g dm) (Vu *et al.*, 2018) dan kulit jeruk (55–575 mg GAE/100 g fw) (Singh *et al.*, 2020), Jumlah senyawa fenolik yang tinggi membuat kulit buah naga memiliki memiliki sifat *radical scavenging* yang tinggi. Beberapa studi menunjukkan korelasi yang kuat antara total konten fenolik dengan sifat *radical scavenging*. Aktivitas antioksidan dan efek kesehatan lainnya dari buah naga telah dibuktikan untuk seluruh ekstrak kulit atau bubuk (Ferrerres *et al.*, 2017).

Komponen Bioaktif pada Kulit Buah Salak

Buah salak (*Salacca zalacca*) merupakan tanaman buah tropis di Indonesia yang berbentuk ellipsoid dan kulit bersisik kecoklatan (Čepková *et al.*, 2021) sebanyak 10-14%. Kulit salak mempunyai kandungan fitokimia antara lain flavonoid, fenol, alkaloid, dan tanin yang bermanfaat untuk kesehatan seperti bahan anti penuaan (Girsang *et al.*, 2019) dan minuman the (Sholihah and Tarmidzi, 2022). Selain itu, hasil aktivitas antioksidan kulit salak sebesar $229,27 \pm 6,35$ ($\mu\text{g}/\text{MI}$) (Čepková *et al.*, 2021).

Menurut penelitian Fitrianiingsih *et al.*, (2014) kulit buah salak pondoh (*S. zalacca* (Gaertner) Voss) mengandung metabolit sekunder alkaloid, polifenolat, flavonoid, tanin, kuinon, monoterpen dan seskuioterpen dengan parameter standar simplisia non spesifik berupa kadar air sebesar 13,25%, kadar abu total sebesar 5,61% dan kadar abu tidak larut asam sebesar 0,50%. Kulit buah salak pondoh memiliki aktivitas antioksidan dengan nilai IC50 sebesar $229,27 \pm 6,35$ $\mu\text{g}/\text{mL}$. Hal ini didukung oleh adanya kandungan polifenol yang sangat tinggi pada jenis salak pondoh, nglumut, dan Bali (Ariviani *et al.*, 2013).

Komponen Bioaktif pada Daun Stevia

Lebih dari 1200 tanaman obat yang menyerupai aktivitas antidiabetes telah diidentifikasi sejauh ini. Phyto-terapi ini dianggap metode yang aman dan hemat biaya

dibandingkan pilihan pengobatan sintetik. Stevia penuh dengan phytochemical / senyawa penting yang memiliki ikatan yang tepat untuk mengurangi kolesterol darah dan kadar gula juga sebagai tekanan darah. Selain itu, dapat untuk meningkatkan rasa dan manfaat; dan juga telah melaporkan sifat antibakteri (Gasmalla *et al.*, 2014).

Daun stevia mengandung delapan glikosida diterpen penting yaitu rebaudiosides A-E, dulcoside A, stevioside dan steviolbioside. Di antara 230 spesies Stevia, dua spesies yaitu rebaudiana dan phlebophylla menghasilkan senyawa penting glikosida steviol. Steviosida dan rebaudiosida adalah dua senyawa termostabil pemanis penting yang digunakan sebagai sumber makanan yang dimasak. Steviosida, ditemukan pada daun *S. rebaudiana Bertoni* dan berjumlah 300 kali lebih manis dari sukrosa (Gasmalla *et al.*, 2014). Rebaudioside dianggap 250 hingga 400 kali lebih manis daripada sukrosa dan digunakan untuk keperluan makanan/pemanis. Daunnya juga penuh karbohidrat (Naidu *et al.*, 2005).

Aktivitas Antioksidan pada Kulit Buah Naga

Kulit buah naga merupakan sumber senyawa fenolik yang tinggi. Pada tanaman, senyawa fenolik telah diketahui secara dominan berkontribusi pada tingginya kapasitas antioksidan. Pendekatan yang digunakan untuk mengevaluasi kapasitas antioksidan kulit buah naga antara lain DPPH *radical scavenging*, *hydroxyl radical scavenging*, *alkyl radical scavenging*, dan *ABTS radical scavenging* (Tabel 1). Kulit buah naga menunjukkan kapasitas *DPPH radical scavenging* yang tinggi dibandingkan dengan butilasi hidroksianisol (BHA) dan asam askorbat (Fathordoobady *et al.*, 2016). Aktivitas antioksidan dari kulit buah naga juga lebih tinggi dari pulp, yang sesuai dengan kandungan fenoliknya. Ada hubungan yang jelas antara kapasitas *DPPH radical scavenging* dengan kandungan senyawa fenolik, yang merupakan korelasi linier (Kim *et al.*, 2011; Fidrianny *et al.*, 2014). Kapasitas antioksidan senyawa fenolik sangat terkait dengan jumlah gugus hidroksil mereka (-OH) atau gugus pendonor hidrogen lainnya (=NH atau -SH) dalam struktur molekulnya. Dalam sebuah penelitian menyatakan bahwa ada juga korelasi yang baik antara kapasitas *radical scavengers* dan daya antioksidan pereduksi besi dalam evaluasi antioksidannya (Fathordoobady *et al.*, 2016).

Tabel 1. Kapasitas antioksidan kulit buah naga

Kapasitas antioksidan	Hasil	Referensi
<i>DPPH radical scavenging</i>	76.1% ^b	(Fathordoobady <i>et al.</i> , 2016)
<i>Hydroxyl radical scavenging</i>	64.4% ^{aA}	(Kim <i>et al.</i> , 2011)
<i>Alkyl radical scavenging</i>	49.9% ^{aA}	(Kim <i>et al.</i> , 2011)
<i>ABTS radical scavenging</i>	175-15.7 Imol TEAC/gbB	(Wu <i>et al.</i> , 2006)

Tabel 2. Total kandungan fenolik pada kulit buah naga

Perlakuan	Total kandungan fenolik	Referensi
Kulit buah naga kering	400mg GAE/100g dm	(Nurliyana <i>et al.</i> , 2010)
Kulit buah naga segar	566 mg GAE/100g dm	(Fathordoobady <i>et al.</i> , 2016)
Kulit buah naga segar	2728 mg GAE/100g dm	(Kunnika and Pranee, 2011)
Kulit buah naga kering	2723 mg GAE/100g dm	(Ferreres <i>et al.</i> , 2017)

Aktifitas Antidiabetik pada Kulit Buah Salak dan Daun Stevia

Menurut penelitian Peni Fitriyaningsih *et al.*, (2014) kulit buah salak pondoh (*S. zalacca (Gaertner) Voss*) mengandung metabolit sekunder alkaloid, polifenolat, flavonoid, tanin, kuinon, monoterpen dan seskuiterpen dengan parameter standar simplisia non spesifik berupa kadar air sebesar 13,25%, kadar abu total sebesar 5,61% dan kadar abu tidak larut asam sebesar 0,50%. Kulit buah salak pondoh memiliki aktivitas antioksidan dengan nilai IC50 sebesar $229,27 \pm 6,35 \mu\text{g/mL}$. Hal ini didukung oleh adanya kandungan polifenol yang sangat tinggi pada jenis salak pondoh, nglumut, dan Bali (Ariviani *et al.*, 2013).

Kulit buah salak memiliki kemampuan antidiabetes. Berdasarkan hasil penelitian oleh Marzuki *et al.*, (2022) dapat diketahui bahwa kulit buah salak mengandung beberapa senyawa fitokimia seperti alkaloid, steroid/triterpenoid, flavonoid, dan tanin. Hasil penelitian oleh Marzuki juga sejalan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh orang lain yang mengandung fenol, flavonoid, tanin, dan monoterpenoid. Studi lain juga melaporkan bahwa ekstrak kulit buah salak mengandung flavonoid, saponin, fenol, tanin, steroid/triterpenoid, dan alkaloid. Kandungan fitokimia dari kulit buah salak memberikan berbagai manfaat seperti antioksidan atau pencerah kulit Selain kualitas ekstrak, efek anti-hiperglikemik juga terkait dengan kandungan fitokimia dalam ekstrak. Saponin dan flavonoid memiliki efek antioksidan dan penghambatan enzim glukosidase. Efek penghambatan enzim-glucosidase mampu menyerap glukosa dalam saluran pencernaan, sehingga mengurangi kadar glukosa darah postprandial. Selain itu, efek antioksidan dari Etanol SFSE juga berkontribusi terhadap efek antidiabetes. Hal ini terkait dengan mekanisme pankreas kerusakan yang disebabkan oleh aloksan. Aloksan akan direduksi oleh GSH yang membentuk asam dialurik yang tidak stabil dan dapat mengalami autoksidasi untuk membentuk radikal aloksan.

Dalam penelitian lain menyatakan bahwa efek penurunan kadar glukosa darah oleh kulit buah salak disebabkan karena kulit buah salak memiliki kandungan senyawa metabolit sekunder berupa flavonoid, alkaloid dan tanin. Flavonoid memiliki aktivitas meningkatkan sekresi insulin dan memiliki aktivitas antioksidan. Alkaloid memiliki kandungan meregenerasi sel β pankreas yang rusak, dan tanin berfungsi sebagai pengkhelat yang mampu mengerutkan membran epitel usus halus, sehingga penyerapan sari makanan berkurang dan asupan glukosa terhambat Pada akhirnya, laju peningkatan glukosa rendah (Suhardinata & Murbawani, 2015; Tandi *et al.*, 2021).

Tabel 3. Penggunaan kulit buah salak sebagai pangan fungsional penanganan diabetes

Nama olahan kulit buah salak	Pengaruh	Referensi
Ekstrak etanol kulit buah salak	Menurunkan tingkat glukosa pada hewan coba	Handayani <i>et al.</i> , (2021)
Teh herbal kulit salak	Menunjukkan peningkatan aktivitas antioksidan	Anjani <i>et al.</i> , (2015)
Ekstrak kulit buah salak	Hasil percobaan menunjukkan bahwa ekstrak etanol buah salak memiliki efek anti-hiperglikemik pada	(Marzuki <i>et al.</i> , 2022)

Berbagai ekstrak Stevia telah digunakan selama bertahun-tahun oleh Amerika Selatan untuk terapi diabetes. Penggunaan rutin glikosida Stevia mampu menurunkan gula dan kolesterol dalam darah. Stevia memiliki aktivitas anti-hiperglikemik yang tinggi, dan berfungsi sebagai pengganti sakarosa pada pasien diabetes (Chupeerach *et al.*, 2018). Eksperimen *in vivo* menunjukkan bahwa *S. rebaudiana* atau daun stevia dapat meningkatkan toleransi glukosa pada tikus diabetes dengan mempertahankan kadar glukosa darah. Pada pasien diabetes, stevia juga menyebabkan hipoglikemia melalui penurunan proses glikogenolisis dan glukoneogenesis, dan dengan menyerap glukosa di bagian duodenum (Assaei *et al.*, 2016). Glikosida dalam stevia memiliki aktivitas yang bermanfaat di jaringan pankreas dengan meningkatkan insulin dan meningkatkan sifat antidiabetes dengan cara yang bergantung pada *Peroxisome Proliferator-Activated Receptor gamma* (PPAR γ), dan melalui aktivitas antioksidannya (Assaei *et al.*, 2016). Menurut Prata *et al.*, (2017) steviosida meningkatkan kadar insulin dengan memengaruhi sel β pankreas dan menurunkan kadar gula darah. Ahmad and Ahmad, (2018) mencatat bahwa ekstrak Stevia memiliki kemampuan penurunan kadar glukosa darah dan hemoglobin glikosilasi (HbA1c) (5,32%) pada tikus albino diabetes yang diinduksi streptozotocin. Selain itu, mereka mencatat peningkatan kadar insulin dan glikogen dalam hati sampel tikus diabetes setelah delapan minggu perawatan.

Tabel 4. Penggunaan daun stevia sebagai pangan fungsional penanganan diabetes

Nama pangan fungsional dengan stevia	Pengaruh	Referensi
Jelly kelapa stevia termodifikasi	Menurunkan Tingkat Glukosa Darah postprandial tanpa pelepasan insulin	(Chupeerach <i>et al.</i> , 2018)
Teh rosella stevia	Pada wanita pradiabetes, produk ini menurunkan BGL (<i>blood glucose level</i>) tanpa ada perubahan pada BGL postprandial 2 jam	(Mayasari <i>et al.</i> , 2018)
Cokelat berbahan dasar nektar mangga dengan Stevia	Adanya stevia menunjukkan sifat sensorik, anti-oksidan, dan polifenol	(Cadena <i>et al.</i> , 2013)

Sifat Antiinflamasi Kulit Buah Naga dan Kulit Buah Salak

Potensi buah naga dan buah salak terasa dalam industri pangan serta sifat farmasi telah dieksplorasi (Muhammad *et al.*, 2020; Liana *et al.*, 2019; Saenjum *et al.*, 2021; Luu *et al.*, 2021). Untuk penggunaan farmasi, kandungan fitokimia dari buah naga termasuk kulitnya sudah menunjukkan hal yang positif tanda. Berbagai penelitian menemukan bahwa kulit buah naga merah memiliki beberapa senyawa fitokimia seperti betasianin, flavonoid, fenol, terpenoid, karoten, phytoalbumin, vitamin B1, B3, B6, dan B12, dan vitamin A, C, dan E (Hendra *et al.*, 2019; Muhammad *et al.*, 2020; Saenjum *et al.*, 2021; Liana *et al.*, 2019; Luu *et al.*, 2021; Sinaga *et al.*, 2015). Senyawa flavonoid bekerja sebagai agen antiinflamasi dengan cara menghambat siklooksigenase dan lipoksigenase (Hendra *et al.*, 2019). Sementara itu, yang lain penelitian menemukan bahwa ekstrak kulit buah naga efektif sebagai agen

antiinflamasi melalui penghambatan hyaluronidase oleh senyawa fenolik dan flavonoid dalam ekstrak (Liana *et al.*, 2019). Kulit buah naga memiliki potensi besar sebagai agen anti inflamasi dengan menghambat siklooksigenase dan lipoxigenase, serta hyaluronidase. Kedua penelitian tersebut juga hanya menggunakan kulit buah naga merah. Satu studi menemukan bahwa merah kulit buah naga lebih banyak mengandung flavonoid dan fenolik kandungannya dibandingkan dengan dagingnya (Saenjum *et al.*, 2021). Penelitian lain yang menilai aktivitas antiinflamasi kulit buah salak juga menyebutkan bahwa kulit buah salak memiliki kandungan senyawa flavanoid yang tinggi sehingga bisa bersifat antiinflamasi dengan dosis 400mg/kg (Soni, 2016).

Tabel 5. Sifat antiinflamasi kulit buah naga dan kulit buah salak

Bahan dan perlakuan	Hasil sifat antiinflamasi	Referensi
Ekstrak kulit buah naga	Ekstrak kulit buah naga bekerja sebagai agen inflamatory pada dosis 1000mg/kg	(Yuna <i>et al.</i> , 2023)
Ekstrak kulit buah naga	Ekstrak kulit buah naga bekerja sebagai antiinflamasi pada dosis 750-1000mg/kg	(Surbakti <i>et al.</i> , 2022)
Ekstrak kulit buah salak	Hasil percobaan menunjukkan bahwa ekstrak buah salak pada dosis 400mg/mg memiliki sifat antiinflamasi.	(Soni, 2016)

Penilaian Toksisitas Kulit Buah Naga dan Kulit Buah Salak

Beberapa penelitian telah menguji keamanan kulit buah naga dan kulit buah salak sebagai pengembangan produk yang aman dan teruji (Faridah *et al.*, 2020; Morais *et al.*, 2021 dan Girsang *et al.*, 2019). Metode skrining eksperimental penting untuk menetapkan keamanan dan kemanjuran dari produk tradisional dan herbal dan juga untuk mengatur komponen aktif dari produk herbal. Pada uji toksisitas akut ekstrak pigmen betalain kulit buah naga merah tidak ada kematian atau tanda-tanda perilaku perubahan atau toksisitas yang diamati setelah pemberian oral ekstrak hingga tingkat dosis 48500 mg/kg berat badan pada tikus (Faridah *et al.*, 2015). Dalam penelitian lain oleh Morais *et al.*, (2021) dijelaskan bahwa kulit buah naga tidak memiliki potensi toksik karena pengujian menunjukkan hasil negatif untuk reagen glikosida sianogen.

Pada pengujian toksisitas kulit buah salak sebelumnya telah diuji oleh Girsang *et al.*, (2019) yang menyatakan bahwa cytotoxic kulit buah salak berada dalam ambang batas aman bagi sel fibroblast. Berikut adalah beberapa penelitian yang menguji tentang toksisitas kulit buah naga dan kulit buah salak.

Tabel 5. Penggunaan kulit buah salak sebagai pangan fungsional penanganan diabetes

Bahan dan perlakuan	Hasil penilaian toksisitas	Referensi
Ekstrak kulit buah naga	Tidak ada kematian atau tanda-tanda perilaku perubahan atau toksisitas yang diamati setelah pemberian oral ekstrak hingga tingkat dosis 48500mg/kg berat badan pada tikus.	(Faridah <i>et al.</i> , 2015)
Kulit buah naga kering	Kulit buah naga tidak memiliki potensi toksik mengenai zat ini karena mereka menyajikan hasil negatif untuk reagen glikosida sianogen	(Morais <i>et al.</i> , 2021)
Ekstrak kulit buah salak	Hasil percobaan menunjukkan bahwa ekstrak etanol kulit buah salak tidak memiliki sifat citotoxic.	(Girsang <i>et al.</i> , 2019)

3. Kesimpulan

Kulit buah naga merah mengandung total senyawa fenolik hingga 2728 mg GAE/100g dm. Hasil pengukuran kapasitas antioksidan dengan pendekatan DPPH *radical scavenging* kulit buah naga menunjukkan hasil yang paling tinggi diantara metode pendekatan lain yang digunakan untuk mengukur kapasitas antioksidan. Kulit buah salak mengandung beberapa senyawa fitokimia seperti alkaloid, steroid/triterpenoid, flavonoid, tanin, fenol, monoterpenoid, dan saponin. Kandungan fitokimia dari kulit buah salak memberikan berbagai manfaat seperti antioksidan. Selain itu, efek anti-hiperglikemik juga terkait dengan kandungan fitokimia dalam ekstrak kulit salak. Saponin dan flavonoid memiliki efek antioksidan dan penghambatan enzim glukosidase sehingga mengurangi kadar glukosa darah. Daun stevia juga memiliki sifat antidiabetes. Diketahui bahwa glikosida dalam stevia memiliki aktivitas yang bermanfaat di jaringan pankreas dengan meningkatkan insulin dan meningkatkan sifat antidiabetes. Kulit buah naga dan kulit buah salak juga memiliki sifat antiinflamasi karena mengandung senyawa flavonoid yang bekerja dengan cara menghambat siklooksigenase dan lipoksigenase. Hasil pengujian toksisitas kulit buah naga menunjukkan hasil yang aman dan non toxic, dibuktikan dengan hasil negatif pada pengujian reagen glikosida sianogen, pengujian oral pada tikus hingga dosis 48500mg/kg berat badan, dan pengujian cytotoxic.

Ucapan Terima Kasih

Saya Sellyna Wahyu Amelia selaku penulis mengucapkan terima kasih kepada Ibu Riski Anggreini, S.TP., M.Sc. selaku dosen pembimbing dalam paper ini. Semoga paper ini bermanfaat bagi penulis dan pembaca.

Daftar Pustaka

- Ahmad, U., Ahmad, R.S., 2018. Anti diabetic property of aqueous extract of *Stevia rebaudiana* Bertoni leaves in Streptozotocin-induced diabetes in albino rats. *BMC Complement Altern Med* 18. <https://doi.org/10.1186/s12906-018-2245-2>
- Anjani, P.P., Andrianty, S., Widyaningsih, T.D., 2015. Pengaruh Penambahan Pandan Wangi Dan Kayu Manis Pada Teh Herbal Kulit Salak Bagi Penderita Diabetes. *Jurnal Pangan dan Agroindustri* 3, 203–214.
- Ariviani, S., Her, N., Parnanto, R., 2013. Antioxidant Capacity of Snake Fruit (*Salacca edulis Reinw*) Cultivar Pondoh, Nglumut, Bali and Its Correlation to Total Phenolics and Ascorbic Acid Content, AGRITECH.
- Assaei, R., Mokarram, P., Dastghaib, S., Darbandi, S., Darbandi, M., Zal, F., Akmal, M., Hossein, G., Omrani, R., 2016. Hypoglycemic Effect of Aquatic Extract of Stevia in Pancreas of Diabetic Rats: PPAR γ -dependent Regulation or Antioxidant Potential. *Avicenna J Med Biotechnol* 8, 65–75.
- Astika Winahyu, D., Candra Purnama, R., Yevi Setiawati, M., 2019. Test Of Antioxidant Activities In Red Dragon Fruit Extract (*Hylocereus polyrhizus*) Using Dpph Method Uji Aktivitas Antioksidan Pada Ekstrak Kulit Buah Naga Merah (*Hylocereus polyrhizus*) Dengan Metode Dpph, *Jurnal Analisis Farmasi*.
- Br Surbakti, B.L., Ginting, C.N., Chiuman, L., 2022. Analgesic and Antipyretic Effects of Red Dragon Fruit (*Hylocereus polyrhizus*) Peel Extract in White Male Rats. *Majalah Obat Tradisional* 27, 192–198. <https://doi.org/10.22146/mot.76947>
- Cadena, R.S., Cruz, A.G., Netto, R.R., Castro, W.F., Faria, J. de A.F., Bolini, H.M.A., 2013. Sensory profile and physicochemical characteristics of mango nectar sweetened with high intensity sweeteners throughout storage time. *Food Research International* 54, 1670–1679. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2013.10.012>
- Čepková, P.H., Jágr, M., Janovská, D., Dvořáček, V., Kozak, A.K., Viehmannová, I., 2021. Comprehensive mass spectrometric analysis of snake fruit: Salak (*Salacca zalacca*). *J Food Qual* 2021. <https://doi.org/10.1155/2021/6621811>
- Chaves, G., Britez, N., Oviedo, G., Gonzalez, G., Italiano, C., Blanes, M., Sandoval, G., Mereles, D., 2018. Heavy drinkers of *Ilex paraguariensis* beverages show lower lipid profiles but higher body weight. *Phytotherapy Research* 32, 1030–1038. <https://doi.org/10.1002/ptr.6041>
- Chupeerach, C., Yuthakulsiri, C., Chamchan, R., Suttisane, U., Sranachoenpong, K., Tungtrongchitr, A., On-Nom, N., 2018. The Effect of Coconut Jelly with Natural Sweetener *Stevia (Stevia rebaudiana Bertoni)* Replacement on Blood Glucose, Insulin, and C-Peptide Response. *Recent Pat Food Nut Agric*.
- Dhyana Putri, I.G.A.S., Karta, I.W., Krisna, L.A.W., 2016. Analisis Kandungan Gizi Ekstrak Kulit Salak Produksi Kelompok Tani Abian Salak Desa Sibetan Sebagai Upaya Pengembangan Potensi Produk Pangan Lokal. *Meditory* 4, 93–101.
- Faridah, A., Holinesti, R., Azhar, M., Cahyani, N., Syukri, D., 2020. The Optimization of Recipe on the Production of Natural Jam from the Peel of Dragon Fruit (*Hylocereus polyrhizus*). *Pakistan Journal of Nutrition* 19, 212–216. <https://doi.org/10.3923/pjn.2020.212.216>
- Faridah, A., Holinesti, R., Syukri, D., 2015. Betalains from Red Pitaya Peel (*Hylocereus polyrhizus*): Extraction, Spectrophotometric and HPLC-DAD Identification, Bioactivity and Toxicity Screening. *Pakistan Journal of Nutrition* 14, 976–982.

- Fathordoobady, F., Mirhosseini, H., Selamat, J., Manap, M.Y.A., 2016. Effect of solvent type and ratio on betacyanins and antioxidant activity of extracts from *Hylocereus polyrhizus* flesh and peel by supercritical fluid extraction and solvent extraction. *Food Chem* 202, 70–80. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.01.121>
- Ferreres, F., Grosso, C., Gil-Izquierdo, A., Valentão, P., Mota, A.T., Andrade, P.B., 2017. Optimization of the recovery of high-value compounds from pitaya fruit by-products using microwave-assisted extraction. *Food Chem* 230, 463–474. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.03.061>
- Fidrianny, I., Sahar, N., Ruslan, K., 2014. Evaluation of antioxidant activities from various extracts of Dragon fruit peels using DPPH, ABTS assays and correlation with phenolic, flavonoid, carotenoid content. *International Journal of Research in Pharmaceutical Sciences* 5, 105–112.
- Gasmalla, M.A.A., Yang, R., Hua, X., 2014. Stevia rebaudiana Bertoni: An alternative Sugar Replacer and Its Application in Food Industry. *Food Engineering Reviews*. <https://doi.org/10.1007/s12393-014-9080-0>
- Girsang, E., Ginting, C.N., Nyoman, I., Lister, E., Widowati, W., Haryo, S., Wibowo, B., Perdana, F.S., Rizal, R., 2019. In silico analysis of phytochemical compound found in snake fruit (*Salacca zalacca*) peel as anti-aging agent. *Thai Journal of Pharmaceutical Sciences* 43, 105–109.
- Handayani, T.W., Widodo, A., Yanti, R., Prasetyo, E., Zulfaidah, Tandi, J., 2021. Analisis Metabolit Sekunder dan Aktivitas Ekstrak Etanol Kulit Buah Salak (*Salacca zalacca* (Gaertn.) Voss) Terhadap Kadar Glukosa dan Ureum Kreatinin Tikus Putih Jantan (*Rattus norvegicus*). *Kovalen: Jurnal Riset Kimia* 7, 161–168. <https://doi.org/10.22487/kovalen.2021.v7.i3.15567>
- Hendra, R., Masdeatresa, L., Abdulah, R., Haryani, Y., 2019. Antibacterial Activity of Red Dragon Peel (*Hylocereus polyrhizus*) Pigment, in: *Journal of Physics: Conference Series*. Institute of Physics Publishing. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1351/1/012042>
- Kanlayavattanukul, M., Lourith, N., Ospondant, D., Ruktanonchai, U., Pongpunyayuen, S., Chansriniyom, C., 2013. Salak Plum Peel Extract as a Safe and Efficient Antioxidant Appraisal For Cosmetics. *Biosci Biotechnol Biochem* 77, 1068–1074. <https://doi.org/10.1271/bbb.130034>
- Kim, H.J., Choi, H.K., Moon, J.Y., Kim, Y.S., Mosaddik, A., Cho, S.K., 2011. Comparative Antioxidant and Antiproliferative Activities of Red and White Pitayas and Their Correlation with Flavonoid and Polyphenol Content. *J Food Sci* 76. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2010.01908.x>
- Kunnika, S., Pranee, A., 2011. Influence of enzyme treatment on bioactive compounds and colour stability of betacyanin in flesh and peel of red dragon fruit *Hylocereus polyrhizus* (Weber) Britton and Rose. *Int Food Res J* 18, 1437–1448.
- Liana, L., Rizal, R., Widowati, W., Khainir Akbar, F., Fachrial, E., Ehrich, N., 2019. Antioxidant and Anti-Hyaluronidase Activities of Dragon Fruit Peel Extract and Kaempferol-3-O-Rutinoside Aktivitas Antioksidan dan Anti-Hialuronidase Ekstrak Kulit Buah Naga dan Kaempferol-3-O-Rutinoside. *Jurnal Kedokteran Brawijaya* 30, 247–252. <https://doi.org/10.21776/ub.jkb.2019.03>
- Luu, T.T.H., Le, T.L., Huynh, N., Quintela-Alonso, P., 2021. Dragon fruit: A review of health benefits and nutrients and its sustainable development under climate changes in Vietnam. *Czech Journal of Food Sciences*. <https://doi.org/10.17221/139/2020-CJFS>

- Marzuki, M., Girsang, E., Nasution, A.N., Nyoman, I., Lister, E., 2022. Anti-Diabetic Effect of Snake Fruit Skin Extract in Alloxan-Induced Wistar Rat. *International Journal of Health and Pharmaceutical* 3, 146–153.
- Masoumi, S.J., Ranjbar, S., Keshavarz, V., 2020. The Effectiveness of Stevia in Diabetes Mellitus: A Review. *Review. Int J Nutr Sci* 5, 45–49. <https://doi.org/10.30476/IJNS.2020.85311.1056>
- Mayasari, N.R., Susetyowati, Wahyuningsih, M.S.H., Probosuseno, 2018. Antidiabetic Effect of Rosella-Stevia Tea on Prediabetic Women in Yogyakarta, Indonesia. *J Am Coll Nutr* 37, 373–379. <https://doi.org/10.1080/07315724.2017.1400927>
- Morais, D.C.M., Alves, V.M., Asquieri, E.R., Souza, A.R.M. de, Damiani, C., 2021. Physical, chemical, nutritional and antinutritional characterization of fresh peels of yellow pitaya (*Selenicereus megalanthus*) and red pitaya (*Hylocereus costaricensis*) and their flours. *REVISTA CIÊNCIA AGRONÔMICA* 52. <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20210065>
- Muhammad, N.W.F., Nurrulhidayah, A.F., Hamzah, M.S., Rashidi, O., Rohman, A., 2020. Physicochemical properties of dragon fruit peel pectin and citrus peel pectin: A comparison. *Food Res* 4, 266–273. [https://doi.org/10.26656/fr.2017.4\(S1\).S14](https://doi.org/10.26656/fr.2017.4(S1).S14)
- Naidu, R.M., Rastilantie, M.-, Lasekan, O., Reddi, K., Naidu, M., 2005. Changes in the volatile constituents of the leaves of Stevia rebaudiana Bertoni caused by different drying procedures WFL Publisher Science and Technology Changes in the volatile constituents of the leaves of Stevia rebaudiana Bertoni caused by different drying procedures, *Agriculture & Environment*.
- Nurliyana, R., Syed Zahir, I., Mustapha, S.K., Aisyah, M.R., Kamarul, R.K., 2010. Antioxidant Study Of Pulps And Peels Of Dragon Fruits: A Comparative Study. *Int Food Res J* 17, 367–375.
- Paško, P., Galanty, A., Zagrodzki, P., Luksirikul, P., Barasch, D., Nemirovski, A., Gorinstein, S., 2021. Dragon fruits as a reservoir of natural polyphenolics with chemopreventive properties. *Molecules* 26. <https://doi.org/10.3390/molecules26082158>
- Peni Fitrianiingsih, S., Lestari, F., Aminah, S., 2014. Uji Efek Antioksidan Ekstrak Etanol Kulit Buah Salak [*Salacca Zalacca (Gaertner) Voss*] Dengan Metode Peredaman DPPH. *Prosiding SNaPP2014 Sains, Teknologi, dan Kesehatan* 49–55.
- Prata, C., Zamboni, L., Rizzo, B., Maraldi, T., Angeloni, C., Dalla Sega, F.V., Fiorentini, D., Hrelia, S., 2017. Glycosides from stevia rebaudiana Bertoni possess insulin-mimetic and antioxidant activities in rat cardiac fibroblasts. *Oxid Med Cell Longev* 2017. <https://doi.org/10.1155/2017/3724545>
- Purnamasari, I., Sopian, S., Hasan, A., Yerizam, M., Meidinariasty, A., Nurmahdani, E., Syambudi, P., Yulisman, Y., 2022. Dragon Fruit Peel Extract as Antioxdant Natural Cosmetic Using Rotary Evaporator, in: *Atlantis Highlights in Engineering*. pp. 387–392.
- Saenjum, C., Pattananandecha, T., Nakagawa, K., 2021. Antioxidative and anti-inflammatory phytochemicals and related stable paramagnetic species in different parts of dragon fruit. *Molecules* 26. <https://doi.org/10.3390/molecules26123565>
- Saraswati, A.R., Mardiah, Taniwiryono D, 2020. Formulation Of Ready To Drink (RTD) Made From Roselle (*Hibiscus sabdariffa. L*) Tea And Stevia (*Stevia rebaudiana*) Leaf Safe for Diabetics. *Indonesian Journal of Applied Research* 1.
- Sholihah, N., Tarmidzi, F.M., 2022. Diversifikasi dan Optimalisasi Pengolahan Kulit Salak melalui Perlakuan Suhu dan Durasi Penyeduhan. *JSHP: Jurnal Sosial Humaniora dan Pendidikan* 6, 190–197. <https://doi.org/10.32487/jshp.v6i2.1390>

- Sinaga, A.A., Luliana, S., Fahrurroji, A., 2015. Losio Antioksidan Buah Naga Merah (*Hylocereus polyrhizus* Britton and Rose). *Pharm Sci Res* 2, 11–21.
- Singh, B., Singh, J.P., Kaur, A., Singh, N., 2020. Phenolic Composition, Antioxidant Potential And Health Benefits Of Citrus Peel. *Food Research International*. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109114>
- Singh, B., Singh, J.P., Kaur, A., Singh, N., 2018. Phenolic compounds as beneficial phytochemicals in pomegranate (*Punica granatum* L.) peel: A review. *Food Chem* 261, 75–86. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.04.039>
- Soni, S., 2016. Uji Aktivitas Antiinflamasi Ekstrak Etanol Buah Salak (*Salacca Zalacca* (Gaertner) Voss) terhadap Tikus Wistar Jantan. Universitas Islam Bandung, Bandung.
- Suhardinata, F., Murbawani, A., 2015. Pengaruh Bubuk Daun Kenikir (*Cosmos caudatus*) Terhadap Kadar Malondialdehyde Plasma Tikus Wistar Diabetes Diinduksi Streptozotocin. *Journal of Nutrition College* 4, 570–577.
- Suryaningsih, S., Muslim, B., Djali, M., 2021. The antioxidant activity of roselle and dragon fruit peel functional drink in free radical inhibition, in: *Journal of Physics: Conference Series*. IOP Publishing Ltd. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1836/1/012069>
- Tandi, J., Handayani, T.W., Widodo, A., 2021. Qualitative and quantitative determination of secondary metabolites and antidiabetic potential of *ocimum basilicum* L. Leaves extract. *Rasayan Journal of Chemistry* 14, 622–628. <https://doi.org/10.31788/RJC.2021.1415990>
- Tolun, A., Altintas, Z., 2019. Medicinal properties and functional components of beverages, in: *Functional and Medicinal Beverages: Volume 11: The Science of Beverages*. Elsevier, pp. 235–284. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816397-9.00007-8>
- Vu, H.T., Scarlett, C.J., Vuong, Q. V., 2018. Phenolic compounds within banana peel and their potential uses: A review. *J Funct Foods*. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2017.11.006>
- Wu, L.C., Hsu, H.W., Chen, Y.C., Chiu, C.C., Lin, Y.I., Ho, J.A.A., 2006. Antioxidant and antiproliferative activities of red pitaya. *Food Chem* 95, 319–327. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.01.002>
- Yuna, P., Chiuman, L., Ginting, C.N., 2023. Anti-Inflammatory Effect of Red Dragon Fruit (*Hylocereus polyrhizus*) Peel on Male White Rat. *Jurnal Farmasi Dan Ilmu Kefarmasian Indonesia* 10, 22–29. <https://doi.org/10.20473/jfiki.v10i12023.22-29>
- Zitha, E.Z.M., Magalhães, D.S., do Lago, R.C., Carvalho, E.E.N., Pasqual, M., de Barros Vilas Boas, E. V., 2022. Changes in the bioactive compounds and antioxidant activity in red-fleshed dragon fruit during its development. *Sci Hortic*.