

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI INULIN-BETASIANIN
DARI EKTRAK KULIT BUAH NAGA MERAH
(*Hylocereus sp.*) SEBAGAI PEMBAWA OBAT**

SKRIPSI

*Diajukan sebagai Salah Satu Persyaratan Guna Memperoleh Gelar
Sarjana Sains (S.Si)*



**RENDI ANANDA
NIM/TM.17036030/2017**

**PROGRAM STUDI KIMIA
JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2021**

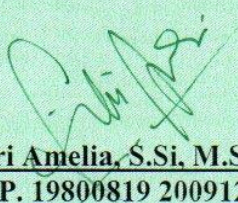
PERSETUJUAN SKRIPSI

SINTESIS DAN KARAKTERISASI INULIN-BETASIANIN DARI EKSTRAK KULIT BUAH NAGA MERAH (*Hylocereus sp.*) SEBAGAI PEMBAWA OBAT

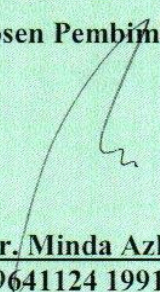
Nama : Rendi Ananda
NIM : 17036030
Program Studi : Kimia
Jurusan : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, September 2021

Mengetahui:
Ketua Jurusan


Fitri Amelia, S.Si, M.Si, Ph.D
NIP. 19800819 200912 2 002

Disetujui oleh:
Dosen Pembimbing


Prof. Dr. Minda Azhar, M.Si
NIP. 19641124 199112 2 001

PENGESAHAN UJIAN SKRIPSI

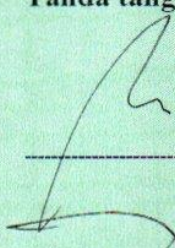
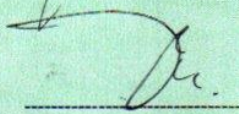
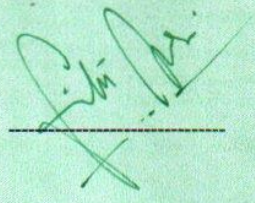
Nama : Rendi Ananda
NIM : 17036030
Program Studi : Kimia
Jurusan : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

SINTESIS DAN KARAKTERISASI INULIN-BETASIANIN DARI EKSTRAK KULIT BUAH NAGA MERAH (*Hylocereus sp.*) SEBAGAI PEMBAWA OBAT

*Dinyatakan Lulus Setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi
Program Studi Kimia Jurusan Kimia
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Padang*

Padang, September 2021

Tim Penguji

	Nama	Tanda tangan
Ketua	: Prof. Dr. Minda Azhar, M.Si	
Anggota	: Budhi Oktavia, S.Si, M.Si, Ph.D	
Anggota	: Fitri Amelia, S.Si, M.Si, Ph.D	

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan dibawah ini :

Nama : Rendi Ananda
NIM : 17036030
Tempat/Tanggal lahir : Medan/ 10 Nopember 1999
Program Studi : Kimia
Jurusan : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Judul Skripsi : **Sintesis dan Karakterisasi Inulin-Betasianin dari Ektrak Kulit Buah Naga Merah (*Hylocereus sp.*) sebagai Pembawa Obat**

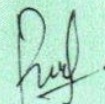
Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Karya tulis/skripsi ini adalah hasil karya saya dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik (sarjana) baik di UNP maupun perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis/skripsi ini murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan tim pembimbing.
3. Pada karya tulis/skripsi ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain kecuali tertulis dengan jelas dicantumkan pada kepustakaan.
4. Karya tulis/skripsi ini sah apabila telah ditandatangani **Asli** oleh tim pembimbing dan tim penguji.

Pernyataan ini saya buat dengan sungguh-sungguh dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran di dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima **Sanksi Akademik** berupa pencabutan gelar akademik yang telah diperoleh karena karya tulis/skripsi ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi

Padang, September 2021

Yang menyatakan



Rendi Ananda
NIM : 17036030

**Sintesis dan Karakterisasi Inulin-Betasianin dari Ekstrak
Kulit Buah Naga Merah (*Hylocereus sp.*)
sebagai Pembawa Obat**

Rendi Ananda

ABSTRAK

Inulin merupakan karbohidrat yang digunakan sebagai sistem pembawa obat yang baik, dikarenakan tidak mudah dicerna oleh sistem pencernaan. Kombinasi inulin-betasianin berpotensi dalam pengobatan kanker usus besar, Penelitian ini bertujuan untuk mensintesis inulin-betasianin dan melakukan uji karakteristik inulin-betasianin menggunakan FTIR, UV-Vis, serta dilakukan uji aktifitas antioksidan. Inulin-betasianin disintesis dengan penambahan variasi massa betasianin. Karakterisasi inulin betasianin dari uji FTIR, menunjukkan adanya pita serapan getaran peregangan C=C dari cincin aromatis betasianin dan didapatkan pita serapan yang dikaitkan dengan ikatan N-H yang khas dari asam betalimat yang terdapat pada betasianin, pita serapan ini menandakan bahwa betasianin telah terikat dengan inulin.

Kata kunci : inulin-betasianin, redoks, antioksidan, inert

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
DAFTAR ISI.....	ii
DAFTAR GAMBAR.....	iv
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR LAMPIRAN.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah.....	4
C. Rumusan Masalah	4
D. Batasan Masalah	5
E. Tujuan Penelitian	5
F. Manfaat Penelitian	5
BAB II KERANGKA TEORITIS	6
A. Inulin sebagai Pembawa Obat	6
B. Buah Naga Merah (<i>Hylocereus sp.</i>)	10
C. Betalain	12
D. Metode DPPH	19
E. <i>Fourier Transform Infrared Spectroscopy</i> (FTIR)	20
F. Spektrofotometer UV-Vis	21
BAB III METODE PENELITIAN	23
A. Waktu dan Tempat Penelitian	23
B. Objek Penelitian.....	23
C. Variabel Penelitian	23
D. Alat dan Bahan Penelitian	24
E. Prosedur Kerja	24
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	29
A. Ekstraksi dan Identifikasi Betasianin dari Kulit Buah Naga.....	29

B. Sintesis Inulin-Betasianin dan Kadar Betasianin dalam Sintesis Inulin-Betasianin.	32
C. Karakterisasi Inulin-Betasianin dengan FTIR dan Spektrofotometer UV-Vis.....	34
D. Aktivitas Antioksidan Inulin-Betasianin	37
BAB V PENUTUP	40
A. Kesimpulan	40
B. Saran	40
DAFTAR PUSTAKA.....	41
LAMPIRAN.....	46

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Struktur inulin (Kosasih, 2015).....	6
2. Pemanfaatan karbohidrat di usus (Imran et al., 2012).	8
3. Buah Naga Merah (B) (<i>Hylocereus</i> sp.) (Balendres & Bengoa, 2019).....	11
4. Struktur Betalain (Khan, 2016).....	13
5. Struktur Betasianin (Qin et al., 2020).	15
6. Reaksi Asam askorbat dengan H_2O_2 (Liu et al., 2013).	16
7. Inulin menjadi makro radikal inulin (Liu et al., 2014).	16
8. Betasianin menjadi radikal betasianin (Dokumentasi pribadi).	17
9. Proyeksi makro radikal inulin bereaksi dengan radikal betasianin membentuk inulin-betasianin (Dokumentasi Pribadi).....	18
10. Reaksi Folin-Ciocalteu membentuk kompleks biru dengan senyawa fenolat (Sánchez, 2013).	19
11. Reaksi DPPH dengan senyawa antioksidan.....	20
12. Ekstrak betasianin dari kulit buah naga merah (<i>Hylocereus</i> sp.).....	29
13. Spektra FTIR standar betasianin (Sigma Aldrich) dan hasil ekstrak betasianin dari kulit buah naga merah.	30
14. Spektra UV-Vis Betasianin (Sigma Aldrich) dan Ekstrak Betasinin.....	31
15. Kurva standar betasianin.....	33
16. Spektra FTIR hasil sintesis betasianin, inulin dan inulin-betasianin.	35
17. Spektra UV-Vis inulin, betasianin, dan inulin-betasianin.....	36
18. Kurva hubungan konsentrasi dengan persen antioksidan (a) variasi sintesis 1, (b) variasi sintesis 2, (c) variasi sintesis 3, (d) asam askrobat, (e) betasianin..	38

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1.Fungsi fisiologis inulin di dalam usus besar.	8
2. Kandungan Gizi pada Daging dan Kulit Buah Naga Merah per 100 g.....	11
3. Sumber tumbuhan yang kaya akan betasianin	14
4. Kadar betasianin dalam sintesis inulin-betasianin masing-masing variasi	33
5. Hasil pengukuran aktivitas antioksidan sintesis inulin-betasianin.....	39

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Preparasi Sampel Kulit Buah Naga.....	46
2. Karakterisasi Betasianin menggunakan FTIR dan Spektrometri UV-Vis.....	47
3. Pengikatan Inulin-Betasianin	47
4. Karakteristik Inulin-Betasianin menggunakan FTIR dan UV-Vis	48
5. Penentuan kadar betasianin dalam sintesis inulin-betasianin	49
6. Uji aktivitas antioksidan sintesis inulin-betasianin menggunakan metode DPPH	51
7. Sertifikat standar betasianin (Sigma Aldrich).....	52
8. Dokumentasi Hasil Penelitian.....	53
9. Perhitungan pembuatan reagen sintesis inulin-betasianin	55
10. Perhitungan pembuatan larutan standar betasianin dalam pengujian kadar pengikatan betasianin dalam inulin-betasianin	55
11. Penentuan Nilai persen antioksidan dan nilai IC ₅₀ dengan metode DPPH.....	59

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya serta sholawat dan salam kepada nabi Muhammad SAW sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Sintesis dan Karakterisasi Inulin-Betasianin dari Ekstrak Kulit Buah Naga Merah (*Hylocereus sp.*) sebagai Pembawa Obat”**. Skripsi ini diajukan untuk melengkapi dan memenuhi persyaratan mata kuliah Skripsi. Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana sains pada program studi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang.

Penulisan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, arahan, dan saran yang sangat berharga dari semua pihak. Berdasarkan hal ini, dengan kerendahan hati penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Minda Azhar, M.Si sebagai dosen pembimbing dan penasehat akademik (PA).
2. Bapak Drs. Iswendi, M.S sebagai dosen pembahas.
3. Ibu Fitri Amelia, S.Si, M.Si, Ph.D, selaku dosen pembahas dan Ketua Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Padang .
4. Bapak Edi Nasra, S.Si, M.Si selaku Sekretaris Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Padang.
5. Bapak Budhi Oktavia, Ph.D selaku dosen pembahas dan Ketua Program Studi Kimia FMIPA Universitas Negeri Padang
6. Ayahanda dan Ibunda tercinta yang tiada henti memotivasi penulis.

7. Sahabat- sahabat jurusan kimia angkatan 2017 dan terutama tim riset biokimia 2020 yang telah memberikan bantuan dan motivasi dalam penulisan skripsi ini.

Akhir kata penulis berharap kebaikan semua pihak yang selama ini telah membantu penelitian dan penyelesaian skripsi ini akan dibalas oleh Allah SWT. Penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak untuk kesempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak. Atas semua masukan penulis mengucapkan terima kasih.

Padang, September 2021

Penulis

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Keberadaan radikal bebas memberikan efek negatif bagi tubuh manusia. Radikal bebas akan selalu terbentuk sebagai hasil dari adanya sistem metabolisme tubuh yang terganggu atau akibat dari faktor luar lainnya, seperti terpapar sinar ultra violet terlalu lama, polusi udara, asap rokok dan lain-lain. Radikal bebas akan merusak nukleotida pada sel sehingga dapat menyebabkan terjadinya mutagenesis dan penuaan dini. Antioksidan diperlukan sebagai suatu penangkal radikal bebas dimana kemampuan senyawa ini dapat meredam radikal bebas dengan cara mendonorkan elektronnya dan kemudian dapat menghentikan reaksi berantai yang dapat ditimbulkan oleh radikal bebas (Widianingsih, 2016).

Salah satu cara mengurangi keberadaan radikal bebas dalam tubuh manusia adalah mengkonsumsi antioksidan yang bersumber dari alam, dampak lain yang ditimbulkan dari radikal bebas ini antara lain dapat menimbulkan berbagai macam penyakit seperti asma, inflamasi, anemia, dan kanker. Oleh karena itu diperlukan sumber antioksidan sebagai penangkal radikal bebas (Widianingsih, 2016). Senyawa antioksidan dari alam antara lain golongan Flavonoid, Tripenoid, Polyphenol dan lain-lain (Katrin *et al.*, 2015).

Betasianin merupakan salah satu sumber antioksidan yang larut dalam air, betasianin pada umumnya terdapat pada tumbuhan yang mendasari golongan pigmentasi berwarna merah-ungu yang terdapat pada kulit buah naga, senyawa ini termasuk senyawa fitokimia yang dapat meningkatkan efek kesehatan, yang efektif dalam melindungi tubuh dari berbagai penyakit degeneratif, seperti kanker,

penyakit kardiovaskular, penyakit jantung, diabetes dan obesitas (Leong *et al.*, 2019). Aktivitas antioksidan yang kuat dan stabil dari betasianin dalam rentang pH dari 3 sampai 7 (Fathordoobady *et al.*, 2016).

Produk sampingan utama buah naga adalah kulitnya. Kulit buah naga merah (*Hylocereus sp.*) belum banyak dimanfaatkan dan hanya dibuang sebagai sampah. (Kwartiningsih *et al.*, 2016). Limbah kulit buah naga merah memiliki komposisi gizi tinggi dan aktivitas antioksidan yang dapat melindungi tubuh dari serangan kanker, padahal 30-35% dari total keseluruhan buah naga adalah kulitnya (Meidayanti Putri *et al.*, 2015). Kulit buah naga mengandung senyawa polifenol, flavonoid, betakaroten serta Betasianin yang bermanfaat bagi kesehatan. Kulit buah naga mempunyai aktivitas antioksidan yang lebih besar dibandingkan dengan daging buahnya (R *et al.*, 2010), dan oleh sebab itu kulit buah naga dapat berpotensi untuk dikembangkan menjadi sumber antioksidan.

Pemberian obat yang ditargetkan ke usus besar sangat dibutuhkan untuk pengobatan penyakit usus besar seperti kanker usus besar. Sistem pemberian obat khusus usus besar harus mampu melindungi obat dalam perjalanan menuju usus besar yaitu pelepasan dan penyerapan tidak boleh terjadi di lambung serta usus kecil, baik agen maupun senyawa obat yang akan ditargetkan harus dilepaskan dan diserap di usus besar (López-Molina *et al.*, 2015). Obat yang tidak larut dalam air memiliki keterbatasan ketersediaan hayati yang rendah, oleh karena itu timbulah masalah dalam pemberian obat tertarget yang tepat (Imran *et al.*, 2012).

Sistem Pembawa Obat (*Drug Delivery System*) dalam pengertian sederhananya merupakan suatu formulasi atau alat guna memberikan senyawa farmasi untuk memperoleh efek terapeutik (Tiwari *et al.*, 2012). Dalam

aplikasinya, pembawa obat dapat dikontrol konsentrasinya dan serta lokasi pelepasannya, zat terapeutik dalam jumlah yang kecil ke lokasi tertentu di dalam tubuh secara akurat mencapai sel, jaringan, organ yang merupakan target dari zat terapeutik (Rojo et al., 2017).

Inulin memiliki kegunaan sebagai pembawa obat, sebagai alat diagnostik dan atau sebagai serat makanan yang berdampak baik bagi kesehatan manusia. Salah satu penelitian menggunakan inulin sebagai pembawa obat untuk ditargetkan pada usus besar, dimana potensi dari inulin tersebut yang dapat bertahan dalam lingkungan asam lambung, stabilitas dan kekuatan unik ini digunakan sebagai cara untuk mengirimkan obat dengan aman ke usus besar, di mana inulin dapat mudah diserap melalui epitel usus ke dalam darah (Imran *et al.*, 2012). Kemampuan polisakarida inulin dapat tetap utuh dalam saluran usus pencernaan dan kemudian didegradasi secara bertahap oleh mikroorganisme di dalam usus besar, dengan demikian inulin dapat dijadikan kandidat dan berpotensi sebagai sistem pembawa obat (Fares *et al.*, 2011). Inulin dapat meningkatkan frekuensi produksi feses dan dapat meningkatkan massa bakteri baik pendegradasi yang ada di usus besar (Raninen *et al.*, 2011). Sifat dari inulin yang tidak dapat terurai dan kompatibel secara hayati dalam tubuh manusia, inulin telah banyak digunakan dalam industri makanan dan farmasi (Fares *et al.*, 2011), dalam rangka untuk meningkatkan sifat dan memperluas aplikasinya, telah banyak berkembang kemampuan dalam modifikasi kimia seperti kopolimerisasi pencangkakan inulin (Bonsu *et al.*, 2011).

Aktivitas anti-diabetes in vitro dari katekin-inulin bahkan jauh lebih tinggi dibandingkan dengan acarbose, salah satu obat yang sering digunakan untuk

pengobatan Diabetes Mellitus tipe 2. Ibuprofen juga dapat berikatan dengan inulin sebagai obat cedera sumsum tulang belakang, tes sitotoksitas mengungkapkan bahwa nanopartikel inulin-ibuprofen tidak memiliki efek sitotoksik yang jelas pada semua kondisi yang digunakan, dan nanopartikel bermuatan methylprednisolone akan memiliki potensi yang besar pengobatan efek sinergis untuk cedera tulang belakang (Zhang *et al.*, 2014).

Sifat dari inulin yang dapat bertahan pada kondisi asam lambung dan tidak dapat dicerna oleh sistem pencernaan (Imran *et al.*, 2012) dikombinasikan dengan senyawa betasianin yang kaya akan antioksidan tinggi dari kulit buah naga merah (Meidayanti Putri *et al.*, 2015), dan kedua senyawa ini dapat memberikan efek farmakologis yang unggul (khususnya dalam sifat antioksidan) dan kombinasi komponen senyawa ini mampu bertahan dalam sistem pencernaan manusia. Berdasarkan uraian di atas penulis tertarik untuk melakukan penelitian tentang “Sintesis dan Karakterisasi Inulin-Betasianin dari Ekstrak Kulit Buah Naga Merah (*Hylocereus sp.*) sebagai Pembawa Obat”.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian di atas dapat diidentifikasi beberapa masalah :

1. Kebutuhan antioksidan eksogen dalam terapi kanker usus besar
2. Kurangnya pemanfaatan kulit buah naga.

C. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah :

1. Bagaimana kondisi optimum penambahan variasi massa betasianin dalam reaksi sintesis inulin-betasianin ?
2. Bagaimana karakteristik dari inulin-betasianin ?

D. Batasan Masalah

Agar penelitian lebih terfokus, maka dibatasi masalah dalam penelitian ini sebagai berikut :

1. Variasi masa betasianin dalam reaksi sintesis inulin-betasianin dibatasi dari 0,2 g, 0,4 g, dan 0,6 g.
2. Uji karakteristik dari nulin-betasianin menggunakan FTIR, spektrofotometer UV-Vis dan pengujian kadar betasiani yang terikat, serta pengujian aktivitas antioksidan.

E. Tujuan Penelitian

Tujuan Penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menentukan kondisi optimum pengaruh penambahan variasi masa 0,2 g, 0,4 g, dan 0,6 g betasianin dalam reaksi sintesis inulin-betasianin.
2. Menentukan karakteristik dari inulin-betasianin.
3. Menentukan aktivitas antioksidan dari inulin-betasianin.

F. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini yaitu :

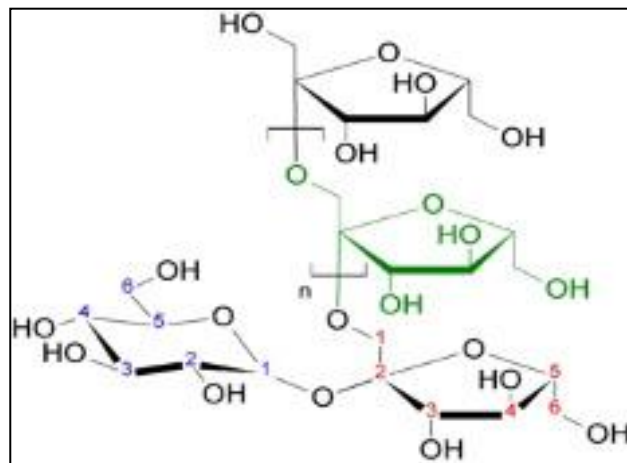
1. Sebagai sumber informasi pemanfaatan kandungan kulit buah naga, serta meningkatkan potensinya.
2. Sebagai referensi peneliti selanjutnya yang berhubungan dengan inulin sebagai pembawa obat.

BAB II

KERANGKA TEORITIS

A. Inulin sebagai Pembawa Obat

Inulin merupakan polisakarida yang tergolong karbohidrat dan tersusun dari unit-unit fruktosa (Wimala *et al.*, 2015). Tiap ujung pereduksi untai polimer inulin terdapat glukosa (Azhar, 2009). Monomer suatu inulin adalah fruktosa, monomer tersebut terikat satu sama lain dihubungkan dengan ikatan β -2,1-froktosil-fruktosa (Horiza *et al.*, 2017). Polimer inulin dengan ujung terminal glukosa dapat ditulis sebagai GF_n , sedangkan tanpa ujung terminal glukosa dapat ditulis F_n . G menyatakan unit terminal glukosa, F menyatakan unit fruktosa dan n menyatakan jumlah unit fruktosa atau derajat polimerisasi (DP) dari suatu inulin. Struktur inulin dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Struktur inulin (Kosasih, 2015).

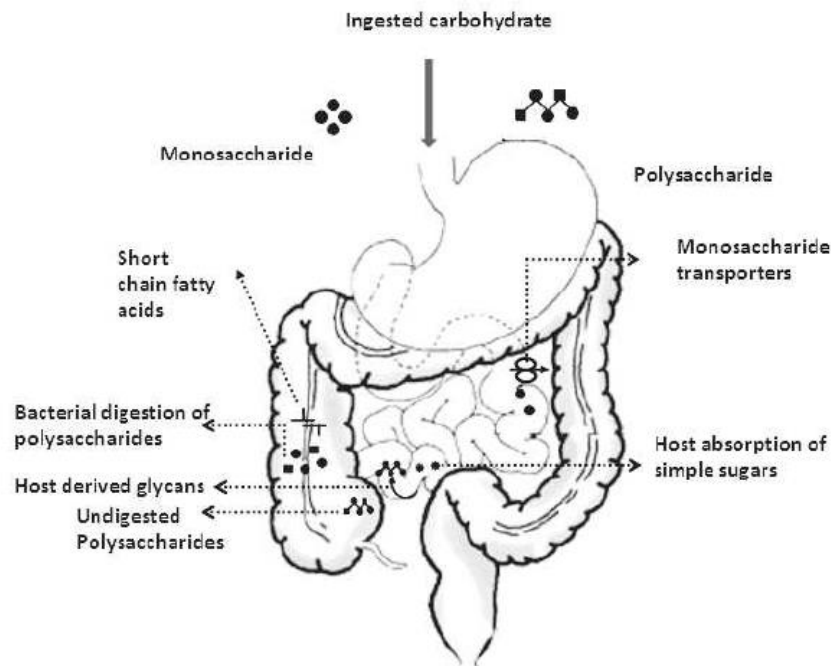
Inulin memiliki DP yang bervariasi, bergantung dari asal sumbernya. Jumlah unit fruktosa pada inulin yang diproduksi dari chicory berkisar 2 sampai 60 (Shoaib *et al.*, 2016) DP yang berkisar >10 dikenal sebagai oligofruktosa atau

dikenal dengan Fruktooligosakarida (FOS). Dengan demikian inulin adalah kombinasi dari oligomer dan polimer.

Inulin berupa serbuk warna putih, bersifat amorf, tidak berbau dan higroskopik. Sukar larut dalam air dingin dan dalam pelarut organik seperti etanol (Azhar, 2009). Inulin bersifat larut dalam air panas namun tidak dapat dicerna oleh enzim-enzim sistem pencernaan sehingga sampai dalam usus pencernaan tidak ada perubahan struktur, tetapi inulin dapat difermentasi akibat aktivitas mikroba yang terdapat dalam usus besar sehingga berimplikasi terhadap kesehatan tubuh (Indriyanti *et al.*, 2015).

Produksi inulin di Indonesia sangat diperlukan, karena sampai saat ini inulin di produksi secara komersial dari tanaman *Chicory* (*cichorium intybus L*), namun tanaman ini tidak ditemukan di Indonesia (Wimala *et al.*, 2015). Inulin berfungsi sebagai emulsifier, stabilizer, dan teksturizer pada konsentrasi 2-5% dalam makanan yang mengandung daging. Selain itu, inulin juga berfungsi sebagai prebiotik (Azhar, 2009).

Inulin banyak diminati dalam bidang industri bioteknologi disebabkan potensinya sebagai sumber penghasil fruktosa yang populer karena rasa manisnya yang lebih tinggi dibandingkan dengan sukrosa (Yang *et al.*, 2011). Kemampuan inulin dapat tetap utuh di dalam saluran usus pencernaan dan kemudian didegradasi secara bertahap oleh mikroorganisme di dalam usus besar. Dengan ini, dapat dijadikan senyawa yang berpotensi dalam sistem penghantar obat oral.



Gambar 2. Pemanfaatan karbohidrat di usus (Imran et al., 2012).

Inulin dikaitkan dengan peningkatan frekuensi produksi feses dan peningkatan massa bakteri usus. Dosis kurang dari 20 gram/ hari inulin dapat ditoleransi dengan baik oleh tubuh manusia. Dosis yang lebih tinggi dapat menyebabkan masalah gastrointestinal.

Tabel 1. Fungsi fisiologis inulin di dalam usus besar.

Large intestine	Functionality of inulin
Attenuation of faecal pH	+
Production of short chain fatty acids	+
Promote growth of <i>Biofidobacteria</i>	+
Increase stool frequency	+
Decrease intestinal transit time	-
Increase stool weight	-
Improvement of stool consistency	+

(Raninen *et al.*, 2011)

Inulin merupakan polisakarida multiguna yang dapat digunakan sebagai sarana pengiriman obat, sebagai alat diagnostik atau sebagai serat makanan dengan manfaat kesehatan yang luas. Inulin paling populer digunakan untuk

pemberian obat yang menargetkan usus besar. Alasan utamanya adalah potensinya untuk bertahan dalam lingkungan asam di lambung. Stabilitas dan kekuatan unik ini digunakan sebagai cara untuk mengantarkan obat dengan aman ke usus besar di mana mereka dapat dengan mudah diserap melalui usus epitel ke dalam darah (Imran *et al.*, 2012).

Efek berguna dari fruktan tipe inulin tidak hanya dikaitkan untuk pertumbuhan dan perkembangbiakan bakteri baik pada usus yang bermanfaat bagi tubuh manusia, akan tetapi stimulasi respons sistemik melalui produksi SCFA (*Short Chain Fatty Acid*). Mereka juga mempengaruhi enzim bakteri asli dan produk akhir fermentasi secara positif. Peran positif dari *biofidobacteria* dalam tubuh terhadap peningkatan resistensi terhadap patogen. Inulin dan oligofruktosa dapat menghambat perkembangbiakan patogen berbahaya seperti *E.coli*, *Campylobacter jejuni*, *Salmonella enteritidis* atau *Clostridium perfringens*. Hasil dari penelitian manusia menunjukkan bahwa fructans misalnya inulin dan frukto-oligosakarida berdampak positif pada jaringan limfoid yang berhubungan dengan usus yang pada gilirannya membantu pembentukan meningkatkan kekebalan terhadap patogen berbahaya. Dalam uji coba terkontrol plasebo buta ganda, serat yang dapat difermentasi digunakan secara sinergis dengan obat-obatan untuk mencapai hasil yang dapat pasien yang menderita kanker usus besar. Tambahan, serat yang dapat difermentasi misalnya fruktan tipe inulin dapat meningkatkan penyerapan mineral, secara positif juga mempengaruhi enteroendokrin fungsi dan terlibat dalam regulasi hormon (Ahmed & Rashid, 2017).

Obat yang tidak larut dalam air memiliki keterbatasan ketersediaan hayati yang rendah karena kelarutannya yang terbatas dengan demikian timbulah masalah dalam keberhasilan pemberian obat yang tepat (Kleberg *et al.*, 2010). Pemberian obat oral merupakan rute paling populer untuk obat yang menggunakan inulin sebagai pembawanya. Inulin telah sering digunakan untuk menargetkan usus besar sebagai pembawa obat. Selama pemberian obat oral, tujuan utama peneliti adalah untuk melindungi obat dari lingkungan asam lambung dan sistem gastrointestinal bagian atas (GI). Inulin di metabolisme di usus besar oleh bifidobacteria. Bifidobacterium adalah bakteri anaerob gram positif, non-motil, bercabang,. Inulin tidak mudah rusak oleh cairan lambung dan oleh karena itu inulin berfungsi sebagai pembawa yang sangat baik untuk obat sensitif. Inulin Juga memberikan perlindungan pada dinding lambung dari obat anti inflamasi non steroid.

B. Buah Naga Merah (*Hylocereus sp.*)

Buah naga merah merupakan tanaman kaktus yang menghasilkan buah berbentuk bulat dan berwarna merah tua dengan sisik yang besar dengan berbagai ukuran menutupi kulitnya dan memiliki daging buah berwarna merah keunguan (Le Bellec *et al.*, 2006). Buah naga kaya akan flavonoid, fenolat, polifenol, phytoalbumin, besi, karoten dan betalain (Choo & Yong, 2011) termasuk tanaman merambat yang kuat. Buahnya berwarna merah jambu (diameter:10–15 cm; berat: 250–600 g) berbentuk bulat dan dipenuhi dengan ukuran sisik yang bervariasi, daging buah naga merah-ungu memiliki banyak biji hitam kecil di dalam daging buahnya, dan kemudian memiliki tekstur yang lunak dan rasanya enak, buah ini juga dapat bersifat sebagai prebiotik dan sebagai antioksidan yang baik (Balendres

& Bengoa, 2019) beberapa spesies kaktus juga menunjukkan adanya aktivitas sitotoksik atau dapat menghambat pertumbuhan garis sel kanker secara in vitro (Agostini-costa, 2020). Pir kaktus dan pitaya (*dragon fruit*) merupakan sumber betalain yang lebih menjanjikan yang bermanfaat kaya akan vitamin C dan juga dapat menghambat proses pembusukan mikrobiologis (Celli & Brooks, 2017).



Gambar 3. Buah Naga Merah (B) (*Hylocereus* sp.) (Balendres & Bengoa, 2019).

Kandungan polyphenol pada kulit buah naga merupakan sumber antioksidan yang baik. Aktivitas antioksidan dari kulit buah naga lebih besar dibandingkan pada daging buahnya, dan berpotensi untuk dikembangkan menjadi sumber antioksidan alami (R *et al.*, 2010).

Tabel 2. Kandungan Gizi pada Daging dan Kulit Buah Naga Merah per 100 g

Komponen	Kadar Buah Naga	Kadar Kulit Buah Naga
Protein (g)	0,16 – 0,23	0,53
Lemak (g)	0,21- 0,61	2,00
Serat (g)	0,7 – 0,9	0,71
Vitamin C (mg)	8,0 – 9,0	9.40
Karbohidrat (g)	11.5	11,5
Fosfor (mg)	30,2 – 36,1	8,70

(Feranosa, 2009).

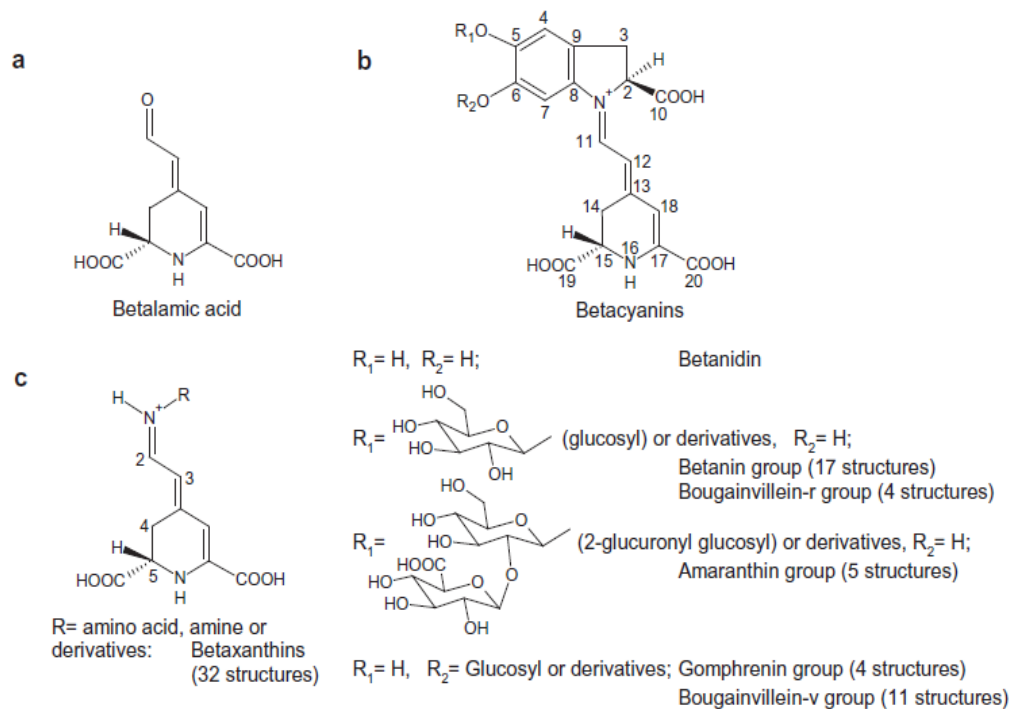
C. Betalain

Betalain adalah pigmen vakuolar yang mengandung nitrogen yang larut dalam air, terdiri dari Betasianin yang merupakan pigmen merah hingga merah keunguan dan kuning-oranye Untuk pigmen betaxanthins. adalah konjugat imonium dari asam betalamat dengan cyclo-Dopa (cyclo-3,4-dihydroxyphenylalanine) dan senyawa amino (asam amino, amina, atau turunannya). Contohnya adalah betanin (betanidin-5-O-b-glukosida) dan indicaxanthin (asam betalamat yang terkait dengan prolin), dimana pir tanaman kaktus merupakan sumber betalain yang pertama dan kemudian ditandai dan diteliti secara struktural (Rodriguez-amaya *et al.*, 2018).

Turunan betalain dapat diklasifikasikan sebagai betasianin (pigmen merah-ungu λ 530) dan betaxanthin (pigmen kuning-orange λ 258) Pigmen ini mengandung asam betalamat sebagai kromofor di dalamnya struktur, yang terkonjugasi dengan siklo-3,4-dihydroxyphenylalanine (DOPA) untuk mensintesis Betasianin merah-violet atau dengan asam amino atau amina yang berbeda untuk menghasilkan betaxanthins kuning-oranye (Leong *et al.*, 2019) Betasianin pigmen merah-ungu saat ini banyak diminati karena mereka Stabilitas pH mulai dari 3 hingga 7, memiliki fitur pewarnaan alami (E-162), antioksidan kuat, dan sifat fungsional yang dapat meningkatkan kesehatan (Leong *et al.*, 2017).

Betalain stabilitas terbesar pada kisaran pH 4–6 dan jika disimpan pada suhu 4 C. Karenanya, pigmen ini bisa digunakan sebagai pewarna dalam makanan beku suhu rendah seperti produk susu dan makanan lainnya. Namun, pigmen ini rentan terhadap berbagai faktor fisikokimia, seperti sebagai cahaya, panas, pH tinggi (> 6), udara dan logam, seperti Fe^{3+} , Fe^{2+} , Cu^{2+} , Cu^{+} , Sn^{2+} , Al^{3+} ,

Hg²⁺, Cr³⁺ (Herbach *et al.*, 2006). Betalain yang diekstrak dari bit memiliki aplikasi ekstensif seperti pewarna alami dalam industri makanan, farmasi dan kosmetik. Betalain lebih larut dalam air daripada antosianin. Betalain memiliki kekuatan pewarnaan tiga kali lebih tinggi dari antosianin (Mereddy *et al.*, 2017).



Gambar 4. Struktur Betalain (Khan, 2016).

Betasianin adalah konjugat amonium dari asam betalamat dengan cyclo-DOPA (DOPA, dihydroxyphenylalanine). Betasianin merupakan senyawa pigmentasi yang larut dalam air, senyawa ini terdapat pada berbagai warna merah hingga ungu pada tanaman (Moreno *et al.*, 2008). Yang paling umum Betasianin adalah betanin (betanidin 5-O-β glukosida). Betasianin juga yang mendasari pigmentasi merah pada buah dan sayuran. Senyawa ini larut dalam air, dan juga mengandung nitrogen fitokimia (senyawa bioaktif yang terdapat pada tanaman) (Esatbeyoglu *et al.*, 2015).

Pembentukan Betasianin terjadi melalui reaksi sintesis betalain dari tirosin oleh kondensasi asam betalamat dengan turunan DOPA. Asam betalamat adalah perantara tengah dalam pembentukan semua betalain (Pavokovi & Krsnik-Rasol, 2011), Betasianin dapat dibagi lagi menjadi empat subkelompok, yaitu betanin, amaranthin, gomphrenin dan 2-descarboxy-betanin. Sumber tanaman yang mengandung Betasianin, yang meliputi bunga, buah, dan sayuran.

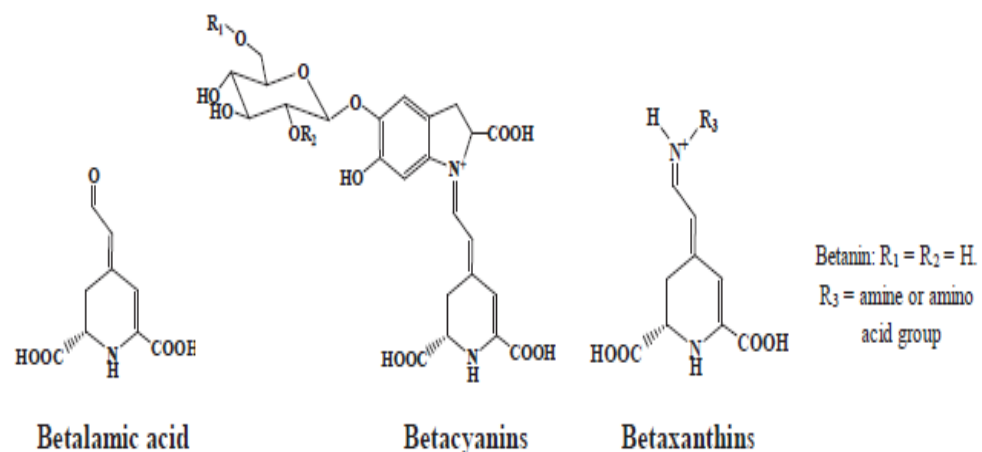
Tabel 3. Sumber tumbuhan yang kaya akan betasianin	
Betasianins-containing crops	
Family	Example
<i>Chenopodiaceae</i>	Red beet root, swiss chard, red goosefoot
<i>Cactaceae</i>	Red-purple pitaya/ dragon fruit, cactus pear
<i>Amaranthaceae</i>	Amaranth (leaf, grain)
<i>Portulacaceae</i>	Moss rose
<i>Aizoaceae</i>	Ice plant

(Leong *et al.*, 2017)

Pigmen merah alami dalam buah dan sayur memberikan manfaat bagi kesehatan manusia. Senyawa fitokimia ini (mengandung senyawa bioaktif yang terdapat dalam tumbuhan) yang bertanggung jawab atas pewarnaan merah pada buah dan sayuran, diklaim sebagai bahan fungsional karena peran perlindungannya terhadap penyakit degeneratif, seperti kanker dan lain-lain. Juga dapat melindungi tubuh manusia dari stres oksidatif kemampuan antioksidannya, dimana radikal bebas dapat menyebabkan kerusakan oksidatif dan penyakit kronis.

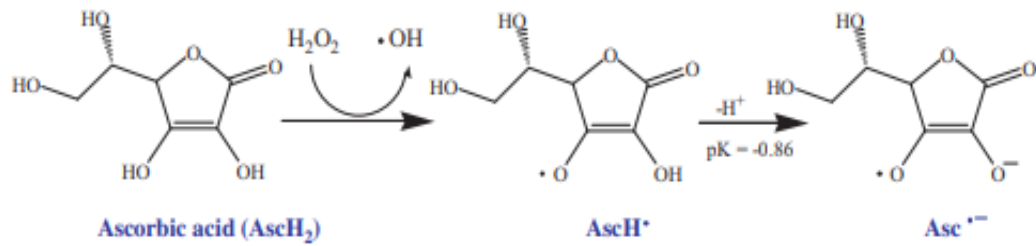
Stres oksidatif adalah faktor yang paling merusak yang berkontribusi pada permulaan penyakit kronis. Penerapan fitokimia fungsional (termasuk pigmen merah alami) dapat mengarah pada paradigma baru dalam perawatan kesehatan

yang didasarkan pada penerapan pada pengobatan penyakit jangka panjang. Pigmen merah alami yang berasal dari buah-buahan dan sayuran dapat digunakan sebagai pengganti zat pewarna buatan yang lebih aman dalam industri makanan (Leong *et al.*, 2017). Betasianin dari buah naga atau pitaya merah dapat diaplikasikan sebagai antioksidan alami (Qin *et al.*, 2020).



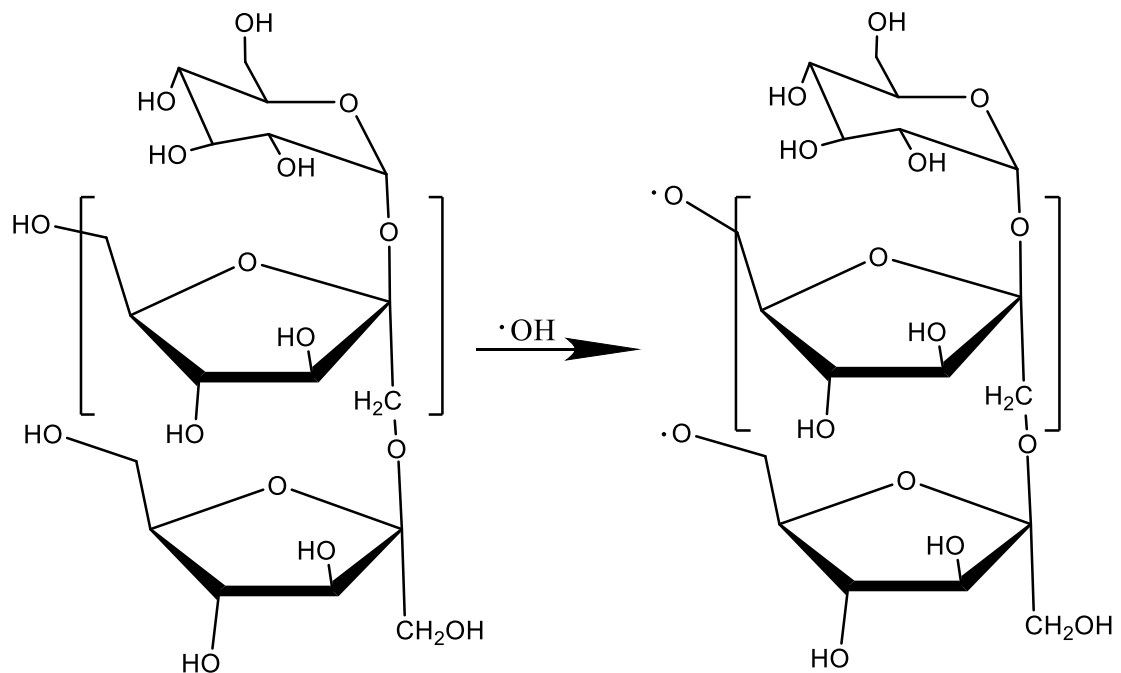
Gambar 5. Struktur Betasianin (Qin *et al.*, 2020).

Pengikatan dengan senyawafenolat yang kaya akan antioksidan menggunakan sistem asam askorbat dan hidrogen peroksida (H_2O_2) di bawah aliran gas nitrogen. Seperti yang telah dilaporkan sebelumnya oleh (Liu *et al.*, 2014). Asam askorbat dapat bereaksi dengan H_2O_2 untuk menghasilkan hidroksil radikal ($HO \bullet$)



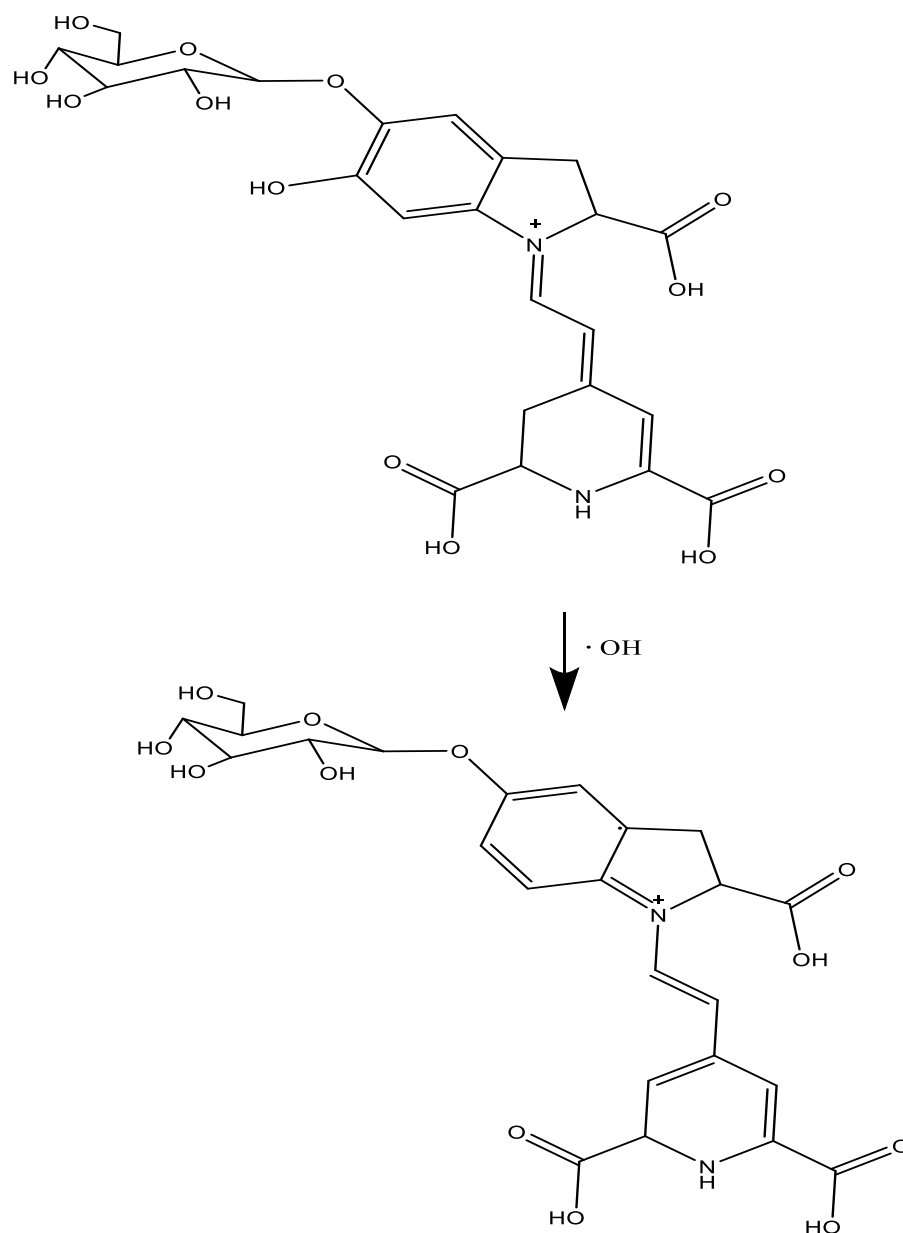
Gambar 6. Reaksi Asam askorbat dengan H₂O₂ (Liu et al., 2013).

Proses pembentukan hidroksil radikal dihasilkan oleh pasangan redoks hidrogen peroksida dan asam askorbat, selanjutnya hidroksil radikal akan menarik atom hidrogen dari molekul inulin sehingga menyebabkan pembentukan makro radikal inulin (Liu et al., 2013). Reaksi inulin menjadi makro radikal inulin dapat dilihat pada Gambar 7.



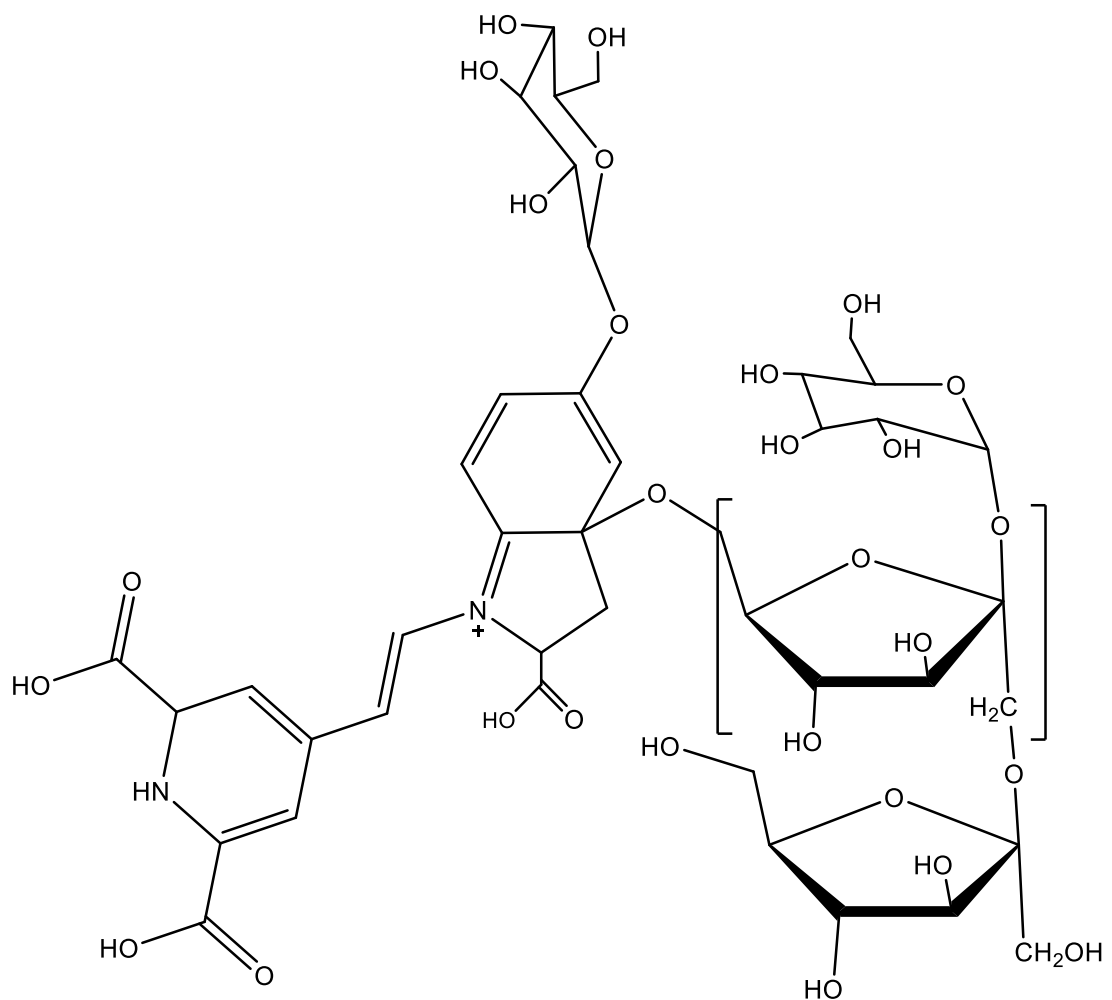
Gambar 7. Inulin menjadi makro radikal inulin (Liu et al., 2014).

Radikal hidroksil juga menarik atom hidrogen pada betasianin yang mengakibatkan terbentuknya radikal betasianin. Radikal betasianin kemungkinan terjadi pada salah satu cincin aromatiknnya, nantinya akan beresonansi hingga betasianin menjadi radikal pada cincin aromatis bagian ortho dan Para (Dewick, 2015). Proyeksi indikasi reaksi betasianin menjadi radikal betasianin dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Betasianin menjadi radikal betasianin (Dokumentasi pribadi).

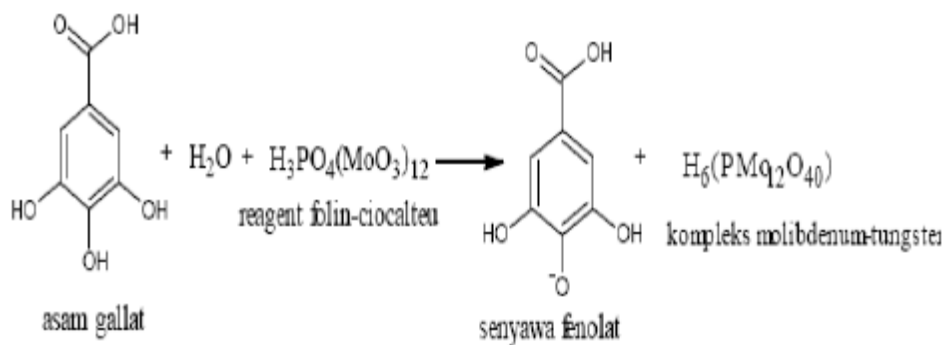
Ketika kedua senyawa tersebut telah membentuk radikal, senyawa radikal betasianin yang berada di sekitar reaksi menjadi akseptor radikal makro inulin, ikatan antara makro radikal inulin dengan radikal betasianin sesuai dengan prinsip *phenolic oxidative coupling* (Dewick, 2015). Akan tetapi belum ada penelitian terkait yang lebih lanjut menjelaskan dan mengungkapkan secara tepat posisi dari inulin atau polisakarida lainnya, akan membentuk ikatan dengan senyawa betasianin. Proyeksi indikasi makro radikal inulin bereaksi dengan radikal betasianin membentuk inulin-betasianin dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Proyeksi makro radikal inulin bereaksi dengan radikal betasianin membentuk inulin-betasianin (Dokumentasi Pribadi).

Keuntungan utama dari metode pegikatan inulin-betasianin yang dimediasi radikal bebas ini adalah bahwa sistem pasangan redoks tidak menghasilkan produk reaksi toksik, dan proses reaksi dapat dilakukan pada suhu kamar untuk menghindari degradasi betasianin. Pada penelitian sebelumnya (Liu et al., 2013) telah menggunakan metode tersebut, yang mengaitkan asam galat dengan kitosan, serta katekin dengan inulin (Liu et al., 2014).

Mekanisme reaksi Folin-Ciocalteu membentuk kompleks biru dengan senyawa fenolat dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Reaksi Folin-Ciocalteu membentuk kompleks biru dengan senyawa fenolat (Sánchez, 2013).

D. Metode DPPH

Pengujian aktivitas antioksidan dapat dilakukan dengan banyak cara. Salah satu metode pengukuran aktivitas antioksidan yang umum digunakan adalah melalui penangkapan radikal bebas (*free radical scavenging*) menggunakan senyawa radikal. 2,2-difenil-1-pikrihidrazil atau dikenal dengan DPPH. Metode ini dipilih karena memiliki beberapa kelebihan seperti aktivitas penangkapan radikal bebas yang tinggi dalam pelarut organik pada suhu kamar, metode yang

Spektrum betasianin diukur pada bilangan gelombang 600-4000 cm^{-2} pada spektrum FTIR. Bilangan gelombang 3714 cm^{-1} dan 3321 cm^{-1} menunjukkan spectrum ikatan O-H dan N-H. Bilangan gelombang 2917 cm^{-1} dan 2831 cm^{-1} menunjukkan spectrum ikatan C-H dan CH_2 . Bilangan gelombang 699 cm^{-1} dan 668 cm^{-1} menunjukkan spectrum ikatan C=CH (Asra et al., 2019).

F. Spektrofotometer UV-Vis

Mekanisme pengukuran dalam instrument spektrofotometer yakni sampel yang berwarna akan dimasukkan ke dalam tabung reaksi tertentu yang kemudian akan ditempatkan pada bagian *sampler* dalam dan $A/\%T$ bisa terbaca dalam skala interpretasi. Pancaran sinar polikromatik pada *spectrophotometer* bersumber dari lampu tungsten yang berperan sebagai sumber cahaya. Sesudah melakukan pengaturan interval panjang gelombang, hanya sinar yang monokromatislah yang dapat melewati sampel dan terdeteksi pada *photodetector* (De Caro, 2015).

Prinsip dari spektronik umumnya sama dengan spektrofotometri ultraviolet sinar tampak (UV-Vis). Hal membedakan keduanya adalah ketika radiasi elektromagnetik tersebut dilewatkan pada suatu sampel berupa media yang homogen, maka sebagian radiasi tersebut ada yang dipantulkan, diabsorpsi atau diserap, dan ada pula yang diteruskan atau yang ditransmisikan. Radiasi yang dipantulkan dapat diabaikan. Radiasi yang dilewatkan sebagian diabsorpsi dan sebagian lagi di transmisikan. Cahaya yang diserap oleh suatu zat merupakan yang diteruskan disebut warna komplementer. Contohnya suatu zat berwarna jingga karena menyerap warna biru dari spektrum sinar tampak dan suatu zat

berwarna hitam karena menyerap semua warna yang terdapat pada spektrum sinar tampak (Day 2002).

Pengukuran spektrofotometer dengan cara mengukur absorbansi sinar monokromatis oleh suatu larutan dengan cara melewatkan cahaya pada panjang gelombang spesifik dengan menggunakan monokromator prisma atau kisi difraksi dengan detektor fototube oleh suatu objek kaca atau kuarsa yang disebut kuvet dengan sebagian dari cahaya tersebut akan diserap dan sisanya akan dilewatkan. Nilai absorbansi dari cahaya yang dilewatkan akan sebanding dengan konsentrasi larutan dalam kuvet (Isyuniarto et al., 2006).

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

1. Pengaruh penambahan variasi massa betasianin dalam sintesis inulin-betasianin yang optimum adalah 0.4 gram betasianin, dilihat dari penentuan kadar betasianin yang terikat sebesar 582 mg BAE/g.
2. Karakterisasi inulin-betasianin dari uji FTIR, menunjukkan adanya pita serapan pada bilangan 1540 -1418 cm^{-1} , yang dikaitkan dengan getaran peregangan C=C dari cincin aromatik betasianin, serta didapatkan pita serapan di wilayah 1670 cm^{-1} dikaitkan dengan ikatan N-H yang khas dari asam betalimat yang terdapat pada betasianin, adanya pita serapan ini menandakan bahwa betasianin telah terikat dengan inulin. Uji uv-vis diperoleh panjang gelombang maksimum 530 nm.
3. Aktivitas antioksidan inulin-betasianin variasi 1 sebesar 41.91 mg/L, variasi 2 sebesar 35.08 mg/L, dan variasi ke 3 sebesar 39.011 mg/L.

B. Saran

Berdasarkan dari hasil penelitian yang telah dilakukan, senyawa inulin-betasianin yang terbentuk penulis menyarankan untuk melakukan karakterisasi lanjutan menggunakan XRD, SEM, TGA, dan DTG. serta melakukan pengujian secara *in vivo* aktivitas antioksidan pada hewan percobaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Agostini-costa, T. S. (2020). *Bioactive compounds and health benefits of Pereskioideae and Cactoideae: A review*. 327(April). <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.126961>
- Ahmed, W., & Rashid, S. (2017). Functional and therapeutic potential of inulin : A comprehensive review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 0(0), 1–13. <https://doi.org/10.1080/10408398.2017.1355775>
- Asra, R., Yetti, R. D., Audina, S., & Nessa, N. (2019). *Studi Fisikokimia Betasianin Dalam Kulit Buah Naga dan Aplikasinya Sebagai Pewarna Merah Alami Sediaan Farmasi*. 5(2), 140–146. <https://doi.org/10.22487/j24428744.2019.v5.i2.13498>
- Azhar, M. (2009). *Inulin sebagai prebiotik*.
- Balendres, M. A., & Bengoa, J. C. (2019). *Diseases of dragon fruit (Hylocereus species): Etiology and current management options*. 126(August).
- Bonsu, N. K. A., Johnson, C. S., & Mcleod, K. M. (2011). *Can dietary fructans lower serum glucose?* 3, 58–66. <https://doi.org/10.1111/j.1753-0407.2010.00099.x>
- Celli, G. B., & Brooks, M. S. (2017). Impact of extraction and processing conditions on betalains and comparison of properties with anthocyanins — A current review. *Food Research International*, 100, 501–509. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2016.08.034>
- Choo, W.-S., & Yong, W. (2011). Antioxidant properties of two species of Hylocereus fruits. *Advances in Applied Science Research*, 2.
- Dewick, paul. (2015). *Medicinal Natural products*.
- Esatbeyoglu, T., Wagner, A. E., Schini-Kerth, V. B., & Rimbach, G. (2015). Betanin-A food colorant with biological activity. *Molecular Nutrition and Food Research*, 59(1), 36–47. <https://doi.org/10.1002/mnfr.201400484>
- Fares, M., Salem, M., & Khanfar, M. (2011). Inulin and poly(acrylic acid) grafted inulin for dissolution enhancement and preliminary controlled release of poorly water-soluble Irbesartan drug. *International Journal of Pharmaceutics*, 410, 206–211. <https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2011.03.029>
- Fathordoobady, F., Mirhosseini, H., Selamat, J., Yazid, M., & Manap, 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 Chemistry*, 202, 70–80. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.01.121>