

**RAGAM PENGOLAHAN
TERATAI**

deepublish / publisher

UU No 28 tahun 2014 tentang Hak Cipta

Fungsi dan sifat hak cipta Pasal 4

Hak Cipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 huruf a merupakan hak eksklusif yang terdiri atas hak moral dan hak ekonomi.

Pembatasan Pelindungan Pasal 26

Ketentuan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 23, Pasal 24, dan Pasal 25 tidak berlaku terhadap:

- i. Penggunaan kutipan singkat Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait untuk pelaporan peristiwa aktual yang ditujukan hanya untuk keperluan penyediaan informasi aktual;
- ii. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk kepentingan penelitian ilmu pengetahuan;
- iii. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk keperluan pengajaran, kecuali pertunjukan dan Fonogram yang telah dilakukan Pengumuman sebagai bahan ajar; dan
- iv. Penggunaan untuk kepentingan pendidikan dan pengembangan ilmu pengetahuan yang memungkinkan suatu Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait dapat digunakan tanpa izin Pelaku Pertunjukan, Produser Fonogram, atau Lembaga Penyiaran.

Sanksi Pelanggaran Pasal 113

1. Setiap Orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp100.000.000 (seratus juta rupiah).
2. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).

RAGAM PENGOLAHAN TERATAI

**Yuspihana Fitriah
Iin Khusnul Khotimah
Ika Kustiyah Oktaviyanti**



RAGAM PENGOLAHAN TERATAI

Yuspihana Fitriah
Iin Khusnul Khotimah
Ika Kustiyah Oktaviyanti

Editor
Rita Khairina

Diterbitkan oleh: Lambung Mangkurat University Press, 2020
d/a Pusat Pengelolaan Jurnal dan Penerbitan ULM
Lantai 2 Gedung Perpustakaan Pusat ULM
Jl. Hasan Basri, Kayutangi, Banjarmasin, 70123
Telp/Fax. 0511-3305195
ANGGOTA APPTI (004.035.1.03.2018)

Hak cipta dilindungi oleh Undang-undang
Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini tanpa izin tertulis dari
Penerbit, kecuali untuk kutipan singkat demi penelitian ilmiah atau resensi

i-x + 69 hal, 15,5 x 23 cm
Cetakan Pertama, Desember 2021

ISBN 978-623-7533-80-1

Dicetak oleh :
PERCETAKAN DEEPUBLISH
Jl.Rajawali, G. Elang 6, No 3, Drono, Sardonoharjo, Ngaglik, Sleman
Jl.Kaliurang Km.9,3 – Yogyakarta 55581
Telp/Faks: (0274) 4533427
Website: www.deepublish.co.id
www.penerbitdeepublish.com
E-mail: cs@deepublish.co.id

PRAKATA

Segala puji bagi Allah SWT atas izin dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan buku ini. Sebagian besar dari isi buku ini adalah hasil penelitian dari penulis. Buku ini dipersembahkan kepada semua pihak yang peduli dengan tanaman teratai yang tidak semuanya mengenal dengan baik. Tanaman ini di suatu daerah ada yang memanfaatkan sebagai tanaman hias, ada yang memanfaatkannya sebagai bahan makanan, akan tetapi di daerah yang lain ada juga yang menganggapnya sebagai gulma yang tidak punya nilai.

Pada buku ini, penulis ingin memberikan gambaran tentang tanaman teratai, dari aspek biologinya hingga pengolahannya sebagai bahan makanan. Meskipun di negara seperti Cina, India, Thailand, Mesir, Amerika lebih memanfaatkannya sebagai bahan obat- obat, pada buku ini lebih ditekankan pada aspek pangan dari tanaman teratai. Lebih jauh lagi penulis menggambarkan potensi teratai sebagai pangan fungsional.

Masyarakat lokal khususnya di Kalimantan Selatan, memanfaatkan bagian dari tanaman teratai ini sebagai bahan makanan, seperti bunga dan batang bunga-nya disayur, umbinya dikukus atau direbus, dan biji nya sebagai sumber karbohidrat yang dapat diolah menjadi berbagai macam kue dan ini sudah dilakukan secara turun-temurun. Meskipun demikian, mereka yang memanfaatkannya sebagai bahan makanan tidak mengetahui kalau di biji teratai mengandung bahan aktif yang bermanfaat untuk memelihara kesehatan. Pada buku ini juga akan diungkapkan bagaimana pengaruh pengolahan, terutama faktor pemanasan terhadap aktivitas dari bahan aktif yang ada pada biji teratai.

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada :

1. DP2M-Dikti yang telah memberikan bantuan dana yang penulis terima untuk penelitian teratai.
2. Rektor Universitas Lambung Mangkurat.
3. Ketua Lembaga Penelitian Universitas Lambung Mangkurat.
4. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebut satu per satu yang telah memberikan inspirasi dalam menyusun buku ini.

Semoga buku ini bermanfaat bagi semua yang membacanya, dan dapat menjadi inspirasi untuk pemanfaatan dan pengembangan tanaman teratai di masa akan datang, dan akan lebih baik lagi jika ada upaya budidaya dan sentuhan teknologi dalam pengembangannya.

Banjarbaru, Desember 2021

**Yuspihan Fitrial,
Iin Khusnul Khotimah,
Ika Kustiyah Oktavianti**

KATA PENGANTAR EDITOR

Luas perairan rawa di Indonesia mencapai 34,93 juta ha. Kalimantan Selatan dilaporkan memiliki luas lahan rawa sekitar 4.969.824 ha dan sekitar 119.523 h adalah lahan rawa lebak. Rawa lebak tersebar di daerah Banjar, Hulu Sungai Utara, Hulu Sungai Selatan, Hulu Sungai Tengah, dan Tabalong. Sekitar 80% dari luas rawa lebak dimanfaatkan masyarakat sekitar perairan rawa sebagai areal persawahan untuk satu musim tanam selebihnya rawa lebak menjadi potensi tumbuhnya beragam tanaman air yang secara konvensional dan inovatif bisa dijadikan sumber daya alam yang bernilai ekonomis. Salah satu tanaman air yang tumbuh di perairan rawa dan secara turun temurun sudah dimanfaatkan oleh masyarakat setempat sebagai sumber pangan adalah teratai (*Nymphaea pubescens* Wild).

Buku ini merupakan satu buku yang jarang ditemukan di Indonesia karena kajian tentang tumbuhan teratai sebagai sumber pangan belum ada. Membaca buku ini membawa kita pada pemahaman tentang biologis tumbuhan teratai, morfologinya, potensi dan manfaat tumbuhan teratai mulai dari rimpang, petiole, daun, bunga, biji, dan umbinya. Biji teratai yang berukuran sangat kecil ternyata menyimpan sumber pangan yang istimewa dengan berbagai keunggulan fungsional. Demikian juga umbinya. Penulis buku ini telah memaparkan sifat fungsional tepung biji teratai, cara pengolahannya, sifat fungsionalnya setelah menjadi produk pangan olahan, serta peluang dan potensi biji teratai sebagai produk pangan lokal yang kaya manfaat dan bernilai ekonomis.

Kajian sifat fungsional biji dan umbi teratai yang disampaikan penulis dalam buku ini membuka dan memberi peluang usaha bagi masyarakat terutama UMKM pangan lokal untuk berinovasi menghasilkan produk pangan fungsional berbasis biji teratai. Hasil

kajian penulis melalui tahapan penelitian yang panjang menunjukkan bahwa biji teratai memiliki sifat antidiare, antimikroba, dan antidiabetes. Bipang biji teratai memiliki potensi sebagai camilan antidiare dan antidiabetes, biskuit tepung biji teratai yang sudah dimodifikasi berpeluang sebagai camilan antidiabetes.

Informasi yang disampaikan penulis dalam buku ini sangat sederhana, mudah difahami oleh orang awam, dan lengkap dengan foto dan gambar yang informatif. Pembaca dapat mempelajari bagaimana cara mengolah berbagai jenis kue dan camilan berbahan tepung biji teratai. Setelah membaca buku ini, pembaca akan memperoleh gambaran bagaimana kayanya alam sekitar kita. Perairan rawa yang terlihat hanya genangan air pada musim hujan sesungguhnya menyimpan sejuta pesona yang harus dilestarikan.

Oleh sebab itu, upaya melestarikan tanaman teratai memerlukan uluran tangan pihak terkait seperti pemerintah daerah, masyarakat perairan rawa, dan masyarakat forum peduli gambut untuk mempertahankan potensi sumberdaya rawa khususnya teratai agar tidak mengalami kepunahan. Dalam satu dekade ini dilaporkan bahwa perairan rawa mengalami disfungsi akibat berubahnya vegetasi rawa. Gulma eceng gondok dan putri malu mulai mendominasi lahan perairan rawa sehingga berpotensi tumbuhan teratai tidak bisa tumbuh. Agar keberlanjutan tumbuhan teratai tetap bisa dimanfaatkan sebagai sumber pangan fungsional maka perlu dengan segera dicarikan upaya budidaya tanaman teratai. Segera dilakukan koordinasi antar bidang terkait agar tumbuhan teratai tetap mekar dan bertebaran di perairan rawa khususnya rawa lebak di Kalimantan Selatan.

Akhirnya, dapat disimpulkan bahwa buku ini sangat penting dibaca oleh para akademisi dan peneliti yang berhubungan dengan rawa dan tanaman air, pegiat dan peneliti pangan fungsional, para pemerhati ketahanan pangan, peneliti biologis tanaman rawa, masyarakat umum yang terkait dengan pelestarian rawa.

Banjarbaru, Desember 2021
Editor

Rita Khairina

DAFTAR ISI

PRAKATA.....	v
KATA PENGANTAR EDITOR.....	vii
DAFTAR ISI.....	x
Bab 1 Pendahuluan.....	1
1.1. Nymphaeales.....	1
1.2. Teratai Nymphaea.....	6
Bab 2 Karakteristik Biji dari Ordo Nymphaeales	14
2.1. Karakteristik Biji.....	14
2.2. Komposisi Kimia Biji Teratai.....	17
2.3. Histokimia Biji Teratai <i>Nymphaea pubescens</i> Willd.....	20
Bab 3 Pengolahan Biji Teratai.....	25
3.1. Pengolahan Berondong Biji Teratai dari Daerah Kalimantan Selatan, Indonesia.....	26
3.2. Pengembangan Olahan Berondong Biji Teratai <i>Nymphaea pubescens</i>	31
3.3. Pengolahan Berondong Biji Teratai di India.....	39
3.4. Pengolahan Berondong dari Biji <i>Euryale ferox</i>	41
3.5. Pengolahan Pangan dari Tepung Biji Teratai.....	45
Bab 4 Umbi Teratai dan Pengolahannya.....	53
4.1. Komposisi Kimia Umbi Teratai.....	53
4.2. Pengolahan Umbi Teratai	55
Bab 5 Penutup	58
DAFTAR PUSTAKA.....	59
GLOSARIUM.....	65
PROFIL PENULIS.....	68

Bab 1

Pendahuluan

1.1. Nymphaeales

Nymphaeales adalah ordo angiosperma yang umumnya dikenal sebagai 'bunga lili air' atau di Indonesia dikenal dengan 'teratai'. Bunga lili air, secara botani dikenal sebagai ordo angiosperma Nymphaeales Dumortier. Semua anggota ordo ini adalah tanaman air yang biasanya memiliki daun mengambang, dan bunga-bunganya memiliki warna yang mencolok dan berwarna-warni. Tanaman ini bukan bunga lili sejati, melainkan dikotil. Semua spesies adalah akuatik, biasanya mendiami perairan dangkal di sepanjang danau, kolam, dan tepi sungai (Les, 2002).

Ordo Nymphaeales secara taksonomi dibagi menjadi dua famili: Cabombaceae A. Richard (famili *fanwort*) dan Nymphaeaceae R. A. Salisbury (famili *water lily*). Cabombaceae memiliki dua genera (*Brasenia*, *Cabomba*) dan enam spesies. Nymphaeaceae lebih beragam dengan enam genera (*Barclaya*, *Euryale*, *Nuphar*, *Nymphaea*, *Ondinea*, *Victoria*) dan sekitar 75 spesies. Literatur yang lebih tua memasukkan teratai air (Nelumbonaceae) dalam Nymphaeales; namun, penelitian terbaru dengan jelas menunjukkan bahwa keluarga ini tidak berhubungan (Les, 2002).

Tunas dan daun *Brasenia schreberi* biasa dikonsumsi oleh orang Asia dan penduduk asli Amerika. Biji, buah dan rimpang *Euryale ferox* sebagai sumber makanan di Asia. Rimpang bertepung, umbi-umbian, bunga dan biji *Nymphaea* dan *Nuphar* dikonsumsi oleh penduduk asli Amerika. Biji *Nymphaea nouchali* di Bangladesh dibuat 'berondong' (dengan direndam dan digoreng) dan dimakan (dengan rimpang dan tangkai bunga). Umbi *Ondinea purpurea*

dimakan dan dikumpulkan oleh suku Aborigin Australia. Biji dari *Victoria amazonica* dibuat menjadi tepung oleh penduduk asli Brasil (Les, 2002).

Bunga lili air yang kaya alkaloid telah digunakan sebagai obat sejak zaman kuno. Ekstrak bunga dan rimpang dari spesies *Brasenia* dan *Nymphaea* telah digunakan untuk mengobati masalah jantung, kolik, diare, dispepsia, disentri, pendarahan, keputihan, gangguan menstruasi, wasir, iritasi kulit dan sakit tenggorokan. Efek narkotik dari beberapa bunga *Nymphaea* telah dimanfaatkan dalam ritual keagamaan. *Nymphaea pubescens* oleh masyarakat di daerah Hulu Sungai di Kalimantan Selatan, Indonesia, biasa dibuat tepung sebagai bahan membuat kue, bijinya dibuat berondong sebagai camilan, dan umbinya direbus dijadikan kudapan.

Bunga lili air adalah simbol agama di banyak budaya dan merupakan fitur menonjol dari seni Mesir dan Maya kuno. Mereka dipopulerkan pada awal abad kedua puluh melalui lukisan impresionis 'Claude Monet'. Rimpang *Nymphaea* digunakan untuk pembuatan bir dan sebagai mordant untuk pewarnaan dan penyamakan. Seluruh tanaman digunakan sebagai pupuk hijau. *Cabomba caroliniana* adalah gulma invasif di timur laut Amerika Serikat. Pertumbuhan *Brasenia* yang berlebihan terkadang bermasalah.

Bunga lili air mendominasi sebagian besar taman air dan kolam hias. Secara hortikultura, genus yang paling penting adalah *Nymphaea* (Gambar 1.2), mengandung hampir 250 kultivar, yang bunganya harum dan mencolok berkisar dari putih hingga berbagai warna hijau, oranye, merah, biru dan ungu.

Kebanyakan kultivar kuat. Sekitar 80 kultivar adalah kultivar siang tropis dan 15 kultivar malam tropis. *Victoria*, dengan daun mengambang dengan diameter mencapai 2 m, adalah spesimen yang spektakuler. Foto-foto sejarah menunjukkan hewan, anak-anak dan bahkan orang dewasa berdiri di atas daunnya. *Victoria*

memiliki dua spesies (keduanya dibudidayakan): *V. amazonica* tropis yang lebih besar dan *V. cruziana* yang agak lebih kecil dan lebih keras. *Ferox Euryale* yang serupa tetapi lebih kecil sering ditampilkan bersama *Victoria*. *Brasenia* dan *Nuphar* jarang dibudidayakan. *Barclaya longifolia* dan *Cabomba* adalah tanaman akuarium yang populer.

Batang Nymphaeales adalah organ abadi yang dimodifikasi dengan berbagai cara. Rimpang Cabombaceae yang ramping memanjang menjadi batang yang tegak dan berdaun. Daun Nymphaeaceae berasal dari rimpang tipis merayap (*Barclaya*), rimpang sangat tebal (*Nymphaea*, *Nuphar*), atau caudices tebal (*Euryale*, *Nymphaea*, *Ondinea*, *Victoria*). Beberapa (*Nymphaea*, *Ondinea*) berbonggol.

Semua genera memiliki daun mengambang dengan stomata (untuk pertukaran gas) di permukaan atasnya, dan ruang udara internal yang luas (lacunae) untuk meningkatkan flotasi. Sebagian besar daun berbentuk lingkaran, dengan tangkai daun menempel di dekat pusat dalam sinus yang dalam (misalnya *Nymphaea*), atau peltate dengan tangkai daun yang dikelilingi oleh jaringan daun (misalnya *Brasenia*, *Cabomba*, *Euryale*, *Victoria*). Helaian daun berbentuk bulat telur pada *Brasenia* dan memanjang pada *Barclaya longifolia*, *Nuphar sagittifolia* dan *Ondinea purpurea*. Daun *Cabomba* yang mengambang, kecil, berkisar dari melingkar hingga sagittate. Tepi daun *Victoria* terbalik, membentuk tepi yang hampir menerus di sekitar daun (untuk penyangga), dengan dua takik kecil (saluran air) untuk mencegah banjir pada permukaan daun. Banyak pori-pori (stomatoda) memfasilitasi drainase genangan air dari permukaan daun *Victoria*. *Euryale* dan *Victoria* memiliki dedaunan berduri. Urat yang kokoh menopang bagian bawah daun di *Euryale*, *Victoria*, dan beberapa spesies *Nymphaea*. Tunas *Brasenia* dan *Cabomba* sering dilapisi oleh lendir. *Barclaya*, *Cabomba*, *Nuphar* dan *Ondinea* memiliki daun yang terendam, sedangkan daun *Nuphar*

advena dan *Barclaya rotundifolia* muncul di permukaan air (Les, 2002). Bunga pleiomer (banyak bagian) dari Nymphaeaceae pernah dianggap primitif, tetapi penelitian terbaru menunjukkan bahwa peningkatan jumlah organ bunga diturunkan dalam keluarga. Bunga Cabombaceae kecil, trimerous, dengan 6 bagian perianth, 4-18 karpel dan 18-36 benang sari. Bunga Nymphaeaceae besar, mencolok (hingga 35 cm pada *Victoria*) dengan 4-14 sepal, 4-70 kelopak, 3-40 karpel, dan 14-750 benang sari. Buah-buahan kering (seperti achene atau seperti folikel) pada Cabombaceae dan berdaging (beri) pada Nymphaeaceae.

Nymphaeales menyediakan habitat bagi ikan dan invertebrata air. *Brasenia* merupakan pakan bagi unggas air yang penting. Sebagian besar bunga lili air membutuhkan air yang tenang, dangkal (52 m), sinar matahari penuh, dan pH netral hingga sedikit basa. Penyerbukan terjadi oleh kumbang (*Victoria*, *Nuphar*, *Nymphaea*), lebah (*Nymphaea*, *Ondinea*), lalat (*Cabomba*) atau angin (*Brasenia*).

Euryale dan *Barclaya* adalah autogami. Biji disebarkan oleh hewan atau air. Daun yang mengambang dirusak oleh kumbang, lalat penggali, ulat, jamur dan siput.

Barclaya terdapat di Asia Tenggara. *Brasenia* tersebar luas (Afrika, Australia, Asia Timur, Amerika Tengah, Amerika Utara) tetapi punah di Eropa. *Cabomba* dibatasi oleh Dunia Baru. *Euryale* berkisar dari India ke Cina dan Jepang. *Nuphar* terdapat di habitat Dunia Lama. *Ondinea* terbatas di barat laut Australia, sementara *Victoria* hanya terbatas di Amerika Selatan.

Nymphaeaceae penting dari aspek ekologi dan ekonomi (Singh & Jain, 2017). Keluarga teratai ini berfungsi sebagai habitat yang baik bagi organisme air seperti ikan, kepiting, dan lain-lain. Bunga-bunga yang bermekaran akan menarik serangga untuk menyerbuki mereka sementara katak lebih suka menghuni bantalan teratai dan menunggu mangsanya. Selain itu, keberadaan teratai di

kolam atau danau dapat mengendalikan pertumbuhan alga di kolam karena daunnya menghalangi penetrasi sinar matahari. Tumbuhan ini juga menjadi sumber makanan bagi organisme lain dan juga manusia. Misalnya, tanaman teratai yang kaya akan karbohidrat dimakan oleh rusa dan berang-berang.

Oleh karena itu, teratai penting untuk memastikan aliran energi ke seluruh ekosistem. Selain hewan, manusia juga mengkonsumsi batang dan umbi yang kaya karbohidrat yang telah dipraktikkan oleh orang-orang zaman dulu. Bunga teratai mampu menyerap nutrisi dari lingkungan air yang kemudian dapat menjaga air tetap jernih dan bersih. Selain itu, teratai juga memasok oksigen ke organisme akuatik. Dari segi sosial ekonomi, teratai dikonsumsi oleh orang Asia dan penduduk asli Amerika terutama pucuk dan daunnya. Di negara Asia misalnya, biji, buah dan rimpang *Euryale* sp. sebagai sumber makanan bagi penduduk setempat. Keluarga tanaman ini juga bisa dijadikan sebagai tanaman hias. Karena teratai mudah tumbuh, itu telah menjadi tanaman taman air yang populer.

Perairan rawa di Kalimantan Selatan merupakan habitat yang sesuai untuk teratai. Pada saat perairan rawa mulai berair di awal musim penghujan maka ekosistem rawa juga mulai menunjukkan perubahan. Beberapa jenis ikan mulai memijah dan beberapa jenis tanaman air juga mulai tumbuh. Jenis tanaman tersebut antara lain kangkung (*Ipoemea aquatica*), eceng gondok (*Eichornia crassipes*), seroja (*Nelumbo* sp) dan teratai (*Nymphaea pubescens* Willd.). Teratai tumbuh secara alami dengan benih yang terbenam di dalam tanah di areal persawahan. Saat air naik teratai tumbuh, berkembang dan menghasilkan biji. Teratai dapat berbunga beberapa kali dalam setahun. Bunga muncul di permukaan air dan mekar antara pukul 18.00–19.00, kemudian menutup kembali keesokan paginya sebelum tengah hari (Khairina & Fitrial, 2012). Masyarakat di daerah tersebut, terutama ibu-ibu, memanen buah teratai yang

sudah tua untuk di jual ke pengumpul. Pengumpul selanjutnya membersihkan biji teratai dan menjemurnya, untuk dijual ke pasar atau ke pengolah kue. Biasanya mereka memanen buah teratai menggunakan perahu kecil atau di daerah tersebut disebut 'jukung' (Gambar 1.1).



Gambar 1.1. Masyarakat Memanen Buah Teratai
(Dokumentasi pribadi)

1.2. Teratai *Nymphaea*

Berikut ini adalah taksonomi tanaman teratai dari jenis *Nymphaea*.

Kerajaan : Plantae,
Filum : Embryophyta,
Kelas : Dicotyledons,
Ordo : Nymphaeales,
Famili : Nymphaeaceae,
Genus : *Nymphaea*.

Famili Nymphaeaceae terdiri dari enam genera yaitu *Barclaya*, *Euryale*, *Nuphar*, *Nymphaea*, *Ondinea* dan *Victoria*. *Nymphaea* adalah genus Nymphaeales yang paling spesifik, beragam secara fenotipik dan tersebar luas secara geografis (Borsch *et al.*, 2007).

Nymphaea umum tumbuh di danau dan kolam dangkal yang tersebar di seluruh Asia beriklim sedang dan tropis yaitu

Bangladesh, India, Pakistan, Sri Lanka, Yunnan, Taiwan, Filipina, Kamboja, Laos, Myanmar, Thailand, Vietnam, Indonesia, dan Malaysia.

Nama genus *Nymphaea* adalah terjemahan langsung dari kata Yunani. Biji dan umbi teratai dikonsumsi sebagai makanan bertahun-tahun yang lalu oleh orang Eropa, Asia, dan Afrika selama masa darurat. Orang Mesir selalu mengagumi dan memakan *Nymphaea nouchali* dan *Nymphaea lotus*. Rimpang, bunga, dan daun dikonsumsi oleh warga Mesir, sementara kuncupnya sering digambarkan pada monumen kuno, furnitur, dan mural. Bunga teratai juga digunakan dalam upacara keagamaan selama peradaban Mesir. Selain itu, keluarga kerajaan Mesir percaya bahwa bunga teratai yang indah menggambarkan kemurnian dan keabadian. Pada awal abad ke-18, warga Afrika Selatan memakan batang bawah dari teratai biru baik mentah atau dalam bentuk hidangan. Bunga teratai juga merupakan simbolisme untuk negara-negara tertentu. Bunga teratai putih menjadi bunga nasional di Bangladesh dan bunga negara bagian di Andhra Pradesh, India, sedangkan teratai biru menjadi bunga nasional di Sri Lanka.

Nymphaeaceae memiliki rimpang besar, tebal dan hitam karena tidak memiliki batang sejati. Daunnya tumbuh langsung dari rimpangnya. Struktur daunnya besar dan rata, berbentuk bulat atau lonjong. Daun mengambang, berurat menyirip, petiolate panjang atau berbentuk hati. Daun memainkan peran penting untuk mempertahankan daya apung tanaman karena marginnya sedikit menggeling ke dalam menuju sisi paling atas. Selain itu, bagian bawah daun selalu basah yang dapat menahan struktur terhadap air. Selain itu, daunnya bisa terendam, atau mengambang di permukaan air (Singh & Jain, 2017).

Nymphaeaceae memiliki ciri-ciri yang menonjol yaitu adanya bunga besar, banyak bakal biji di setiap karpel, batang tidak mengambang bebas dan daun menempel dengan rimpang. Bunga

teratai berukuran besar dan mungkin aksila atau soliter. Bunganya tumbuh di ujung tangkai dengan 4-5 sepal, banyak kelopak, banyak benang sari dan sedikit putik. Benang sari laminar banyak mengelilingi putik di tengah bunga (Singh & Jain, 2017).

Tanaman Nymphaeaceae adalah tanaman biseksual karena bunga memiliki putik dan benang sari pada tanaman yang sama. Bunganya mekar di pagi hari dan menutup seluruhnya di sore hari. Itu akan tetap menutup pada malam hari. Bunganya memiliki aroma manis yang dapat menarik serangga untuk berkunjung. Buah teratai adalah dicotyledon dengan struktur seperti buah beri dan kenyal. Biji memiliki aril atau tanpa aril.

Jenis teratai yang paling banyak dijumpai di daerah Kalimantan Selatan adalah jenis *Nymphaea pubescens* putih dan *Nymphaea nouchali* (Gambar 1.2). Kedua jenis teratai ini berbeda dari bentuk, dan ukuran bunga dan daunnya. Bentuk bunga *N. pubescens* lebih melebar dengan receptaculum berbentuk mangkuk, sedangkan *N. nouchali* lebih ramping, dan receptaculum kerucut yang menyatu dengan pedicellus (Ismuhajaroh *et al.*, 2016).

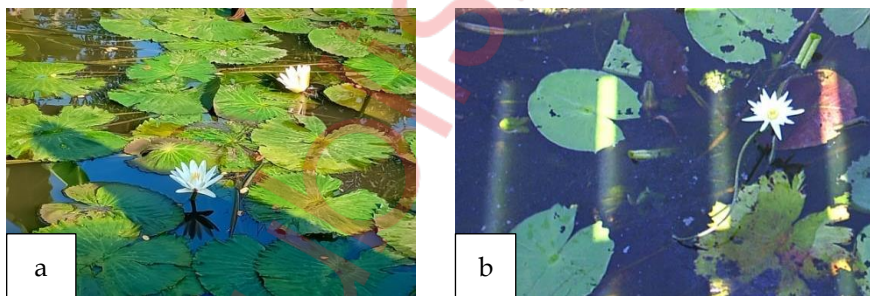
Berikut ini adalah foto dari beberapa jenis teratai Nymphaea.



Gambar 1.2. (A). *N. nouchali* bunga biru, (B) Permukaan atas daun, (C) Benang sari memiliki pelengkap berbentuk lidah, (D) *N. nouchali* bunga pink, (E) *N. nouchali* bunga putih, (F) *N. pubescens* putih, (G) *N. pubescens* pink, (H) *Nymphaea* bunga ungu, (I) *N. rubra*. (Shashika Kumudumali, 2014)

Pada spesies *Nymphaea nouchali* Burm. F. memiliki bunga dengan berdiameter 4-12 cm; sepala bentuk lancet, hijau muda dengan garis-garis hitam keunguan gelap di luar; petala lancet, paling bawah putih semburat hijau muda diikuti susunan berikutnya berwarna putih bersih; benang sari kuning, filamen lancet, ramping, secara bertahap melewati ke antera; ovarium 8-21 lokulus, globrous. Pada spesies *Nymphaea pubescens* Willd memiliki bunga dengan diameter 4-15 cm; sepala bentuk bulat telur-lancet, tumpul, hijau tua semburat merah muda dari luar; petala bulat telur, ujung tumpul, hijau tua keunguan semburat merah muda dari luar, susunan berikutnya makin putih bersih; tangkai sari kuning, filamen luas lancet, linier; ovarium 13-21 lokulus, globrous (Gambar 1.3).

Daun teratai *N. pubescens* memiliki ujung daun tumpul (obtusus) dan tepi daunnya bergerigi (dentate), sedangkan *N. nouchali* memiliki ujung daun yang membulat (rotundus) dan tepi daun yang rata serta tulang cabang dan urat daun yang lebih sedikit dibandingkan *N. pubescens* (Ellya *et al.*, 2019). Perbedaan inilah yang dijadikan masyarakat setempat untuk membendakan antara teratai *N. pubescens* dan *N. nouchali*.



Gambar 1.3. *Nymphaea pubescens* Willd putih (a), dan *N. nouchali* (b)
(Dokumentasi pribadi)

Buah teratai *Nymphaea pubescens* Willd berbentuk seperti buah beri dengan diameter rata-rata 5 cm. Buah teratai (Gambar 1.4) terdiri atas daun kelopak, biji, benang sari, putik, daun buah dan *axile process* (Nisa *et al.*, 2016). Di dalam buah, biji terbungkus di dalam tembuni (*placenta*). Jumlah tembuni atau jumlah ruang bakal buah sama dengan jumlah daun buah penyusun putik, jumlahnya ada 20 buah. Buah teratai termasuk buah yang mempunyai sekat tidak sempurna atau *septum incompletus*, yaitu sekat-sekat yang membagi bakal buah menjadi beberapa ruang, tetapi ruang-ruang tersebut masih ada hubungannya satu sama lain, Menurut Nisa *et al.* (2016) bagian-bagian tersebut bisa dijadikan tolok ukur ciri fisiologi tingkat kematangan buah teratai.

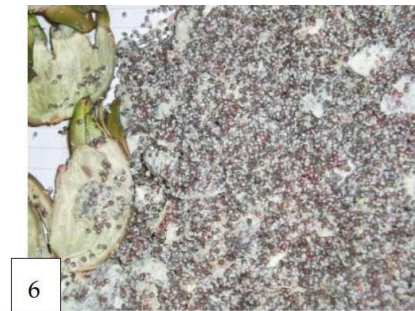
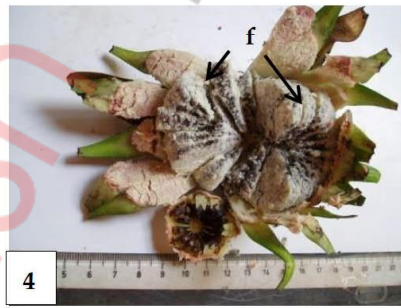
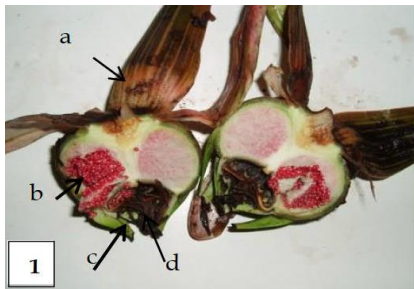


Keterangan:

a = bunga c = buah e = rimpang
b = daun d = tangkai daun

Gambar 1.4. Teratai *Nymphaea pubescens* Willd
(Sumber: dokumentasi pribadi)

Buah teratai yang matang, akan pecah dengan sendirinya dan terlihat tembuni yang penuh dengan biji. Buah yang pecah baunya wangi dan berlendir. Oleh masyarakat yang biasa mengumpulkan biji untuk dijual, biji dicuci dengan melepaskan salut biji (*arillus*). Biji akan mengambang di permukaan jika masih bersama salut biji (Gambar 1.5. (7 &8)). Akan tetapi menjadi tenggelam jika salut biji sudah terlepas dari biji. Setelah salut biji terlepas, biji dicuci bersih dan dijemur di bawah sinar matahari (Gambar 1.6).





Keterangan:

- a. Daun kelopak (sepala)
- b. Biji (semen)
- c. Benang sari (stamen)
- d. Putik (pistillum)
- e. Daun buah (carpellum)
- f. Tembuni (placenta)
- g. Salut biji (arillus)

1. Biji muda
2. Buah teratai
3. Buah yang sudah matang
4. Biji tua beserta salut biji
5. Buah tua yang sudah pecah
6. Biji tua yang lepas dari tembuni
- 7 & 8 Pencucian biji tua

Gambar 1.5. Buah teratai (*N. pubescens* Willd)

(dokumentasi pribadi)



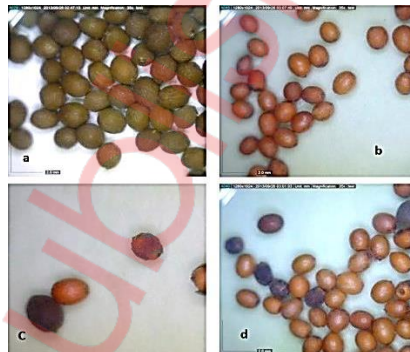
Gambar 1.6. Penjemuran biji teratai (benih teratai) oleh masyarakat di daerah Hulu Sungai Utara, Kalimantan Selatan

(dokumentasi pribadi)



Gambar 1.7. Biji teratai *N. pubescens* Willd
(Dokumentasi pribadi)

Penampakan biji teratai setelah dikeringkan dapat dilihat pada Gambar 1.7., sementara penampakan makroskopis biji teratai yang sudah tua dan biji teratai kupas kulit dapat dilihat pada Gambar 1.8. Biji teratai yang sudah tua berwarna hijau tua gelap hingga kehitaman, sementara setelah dikupas kulitnya terlihat lapisan bagian dalam (osteosklereid) yang berwarna merah. Jika proses pelepasan kulit luar tidak sempurna, maka akan terlihat sebagian kulit tertinggal pada biji (lihat Gambar 1.8.c & d) biji yang berwarna kehitaman). Biji kupas kulit ini yang biasanya diolah menjadi berbagai olahan makanan.



Gambar 1.8. Penampakan makroskopis biji teratai tua (a), biji kupas kulit (b), dan biji yang proses pengupasan kulit luar yang tidak sempurna (c, d). = 2 mm

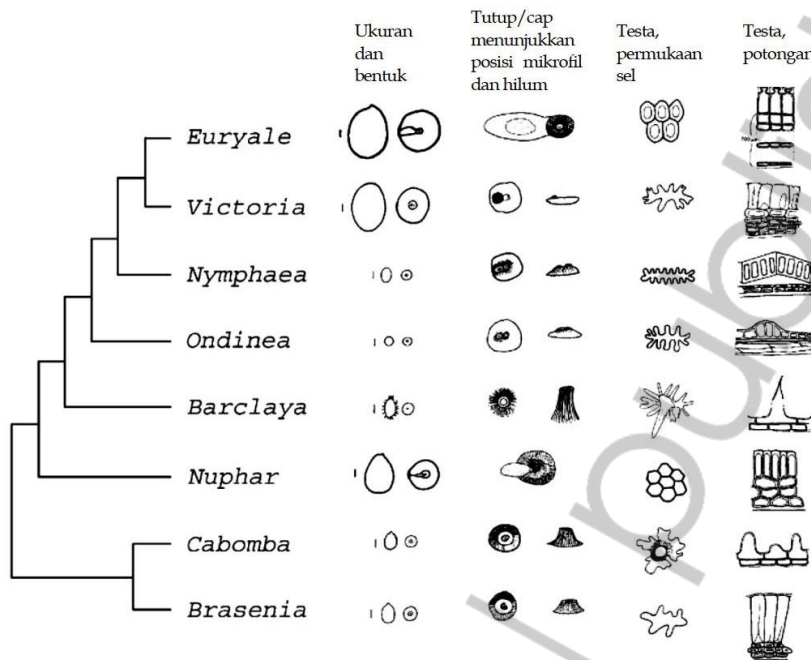
Bab 2

Karakteristik Biji dari Ordo Nymphaeales

2.1. Karakteristik Biji

Karakteristik yang digunakan untuk membedakan genus pada ordo Nymphaeales adalah pada posisi hilum dalam kaitannya dengan tutup dan mikropil serta bentuk permukaan sel kulit biji. Perbedaan posisi hilum pada biji matang mencerminkan perbedaan dalam perkembangan ovula (Yamada *et al.*, 2001): ovula Cabombaceae memiliki integumen luar berbentuk tudung, sedangkan Nymphaeaceae biasanya memiliki integumen luar berbentuk cangkir (Gambar 2.2).

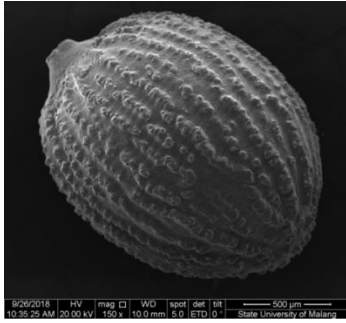
Biji *Victoria*, *Nymphaea*, *Barclaya*, dan *Odinea* memiliki testa sel yang memanjang dan memiliki tepi bergelombang sehingga sel-sel yang berdekatan saling berinterdigitasi, sedangkan *Euryale* dan *Nuphar* memiliki sel-sel testa yang isodiametrik dalam tampilan permukaan dengan tepi yang halus (Collinson, 1980). Pada biji *Nymphaea* yang memiliki testa bergelombang, saat biji tersebut kering mudah dilepas secara fisik karena kulit biji rapuh dan *kernel* sedikit menyusut, sehingga keduanya mudah dipisahkan. Pengetahuan ini sangat penting diketahui jika ingin memanfaatkan biji dari ordo ini agar diperoleh rendemen yang tinggi saat pengupasan kulit untuk diolah lebih lanjut sebagai bahan pangan.



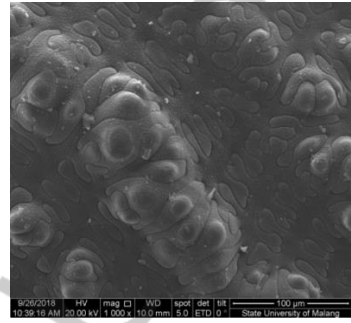
Gambar 2.2. Karakteristik biji dari ordo Nymphaeales. Kolom pertama menunjukkan bentuk dan ukuran biji; kolom kedua menunjukkan 'cap' dengan mikrofil dan hilum. Hilum di sebelah kiri dan mikrofil di sebelah kanan. Kolom ketiga menunjukkan permukaan dari sclerotesta. Kolom ke empat menunjukkan bagian dari testa. Lapisan sclereid bagian dalam dari *Euryale* setidaknya 20 sel dalam. Skala bar pada kolom pertama = 1 mm.

(Chen *et al.*, 2004)

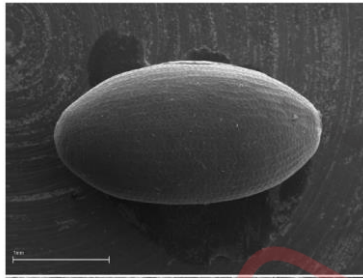
Berikut ini adalah morfologi biji teratai dari beberapa genus *Nymphaea* dan *Nuphar* dengan *Scanning electron microscope* (SEM). Di antara keempat biji yang terlihat pada Gambar 2.2., biji *Nymphaea pubescens* memiliki ukuran yang paling kecil ($p = 1,8$ mm, diameter = 1,4 mm), sementara *Nymphaea candida* $p = 2,99$ mm (2,90-3,09 mm), diameter = 1,52 mm (1,38-1,66 mm), *Nymphaea alba* $p = 2,52$ mm (2,31-2,74 mm), diameter = 1,36 mm (1,21-1,52 mm), dan *Nuphar lutea* $p = 4,25$ mm (3,75-4,8 mm), diameter = 2,8 mm (2,3-3,3 mm).



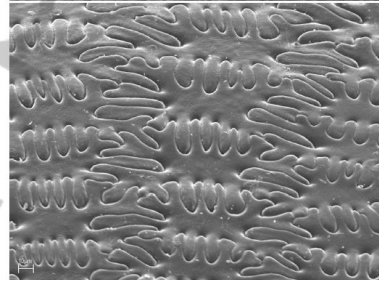
Biji teratai jenis *Nymphaea pubescens* (Sumber: dokumentasi pribadi)



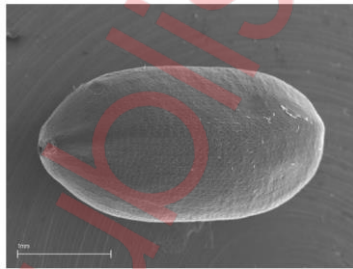
Bentuk sklereid dan testa biji *Nymphaea pubescens* (dokumentasi pribadi)



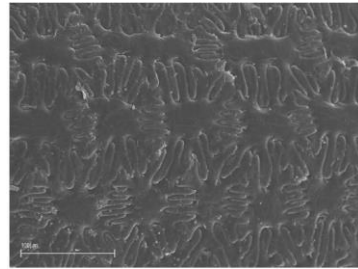
Biji teratai *Nymphaea alba**



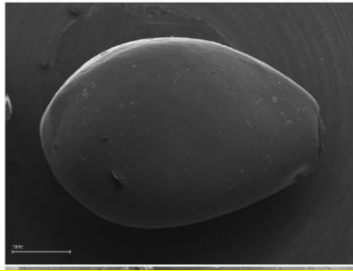
Pola testa *Nymphaea alba**



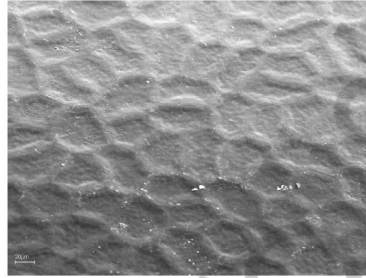
Biji *Nymphaea candida* *



Pola testa *Nymphaea candida**



Biji *Nuphar lutea*.*



Pola testa *Nuphar lutea* *

Gambar 2.2. Morfologi beberapa spesies biji teratai dengan Scanning Electron Microscope (SEM).

(*Sumber: Latowski *et al.* (2014))

2.2. Komposisi Kimia Biji Teratai

Biji teratai dari jenis *Nymphaea pubescens* memiliki komposisi kimia seperti tercantum pada Tabel 2.1. Komposisi kimia ini sangat dipengaruhi oleh iklim dan kondisi tanah (Aliyu *et al.*, 2017). Biji dari jenis *Nymphaea pubescens* yang terdapat di Nigeria memiliki komposisi kimia yang berbeda dengan yang ada di Kalimantan Selatan (Indonesia) dan di Sri Lanka, baik kadar air, protein, lemak, abu dan karbohidrat. Biji *N. pubescens* dari Nigeria memiliki kadar lemak yang lebih tinggi dibandingkan *N. pubescens* dari Kalimantan Selatan, sebaliknya pada kadar proteinnya. Biji teratai dari Kalimantan Selatan memiliki kandungan protein yang lebih tinggi (8.78% (wb) atau 10.39%(db)). Komposisi kimia *N. pubescens* dari Sri Lanka (Nizam & Arampath, 2016) memiliki kemiripan dengan yang dari Indonesia, kecuali pada kadar protein kasar, di mana *N. pubescens* dari Indonesia memiliki kandungan protein yang lebih tinggi.

Tabel 2.1. Komposisi kimia biji teratai jenis *N. pubescens*

		<i>N. pubescens</i> ^a Indonesia	<i>N. pubescens</i> ^b Nigeria	<i>N. pubescens</i> ^c Sri Lanka
1.	Air	15.48±0.01	6.20±0.87	12.04±0.06
2.	Protein	8.78±0.28	4.14±0.06	2.35±0.04
3.	Lemak	0.49±0.02	9.28±0.15	0.46±0.05
4.	Abu	0.56±0.01	3.00±0.30	0.54±0.04
5.	Karbohidrat	74.68±0.26	78.56±0.89	84.03±0.06
6.	Serat kasar		5.00±0.26	0.58±0.04
7.	Serat pangan	7.74		
	a. Serat pangan larut	1.66		
	b. Serat pangan tidak larut	5.08		
8	Pati	53.27		

Sumber: ^aFitrial (2009); ^b Aliyu *et al.* (2017); ^cNizam & Arampath(2016)

Berikut ini adalah komposisi asam amino penyusun protein dari biji teratai *N. pubescens* (Tabel 2.2). Biji *N. pubescens* memiliki kandungan asam amino esensial yang lengkap, yang diperlukan oleh tubuh. Di antara asam-asam amino penyusun protein biji teratai, glutamat dan arginin yang konsentrasinya tertinggi.

Tabel 2.2. Komposisi asam amino biji teratai *N. pubescens* Willd

Asam amino Esensial	Konsentrasi (%)	Asam amino Non Esensial	Konsentrasi (%)
Threonin	0.27	Arginin	1.00
Methionin	0.14	Aspartat	0.55
Valin	0.46	Glutamat	1.40
Fenilalanin	0.46	Serin	0.50
Isoleusin	0.37	Glisin	0.26
Leusin	0.72	Alanin	0.44
Lysin	0.17	Tyrosin	0.21
Histidin	0.16		
Total asam amino	7.11		
Total asam amino esensial	2.75 (38.7%)		

Asam amino Esensial	Konsentrasi (%)	Asam amino Non Esensial	Konsentrasi (%)
Total asam amino non-esensial	4.36 (61.3%)		

Sumber: Khairina dan Fitriani (2002)

Biji teratai jenis *N. pubescens* asal dari Kalimantan Selatan mengandung kadar lemak yang rendah (0.49%), sebaliknya *N. pubescens* dari Nigeria mengandung kadar lemak yang lebih tinggi (9,28%). Jika dilihat dari komposisi asam lemak penyusunnya, kedua spesies tersebut juga memiliki komposisi asam lemak yang berbeda (Tabel 2.3). Minyak biji teratai yang berasal dari Kalimantan Selatan memiliki kandungan asam linoleat (omega 6) yang paling dominan selain stearat. Berbeda dengan yang berasal dari Nigeria, komponen asam lemak utamanya adalah oleat dan palmitat. Meskipun demikian, kedua spesies mengandung asam lemak tidak jenuh yang lebih tinggi dibandingkan asam lemak jenuh.

Tabel 2.3. Komposisi asam lemak biji teratai

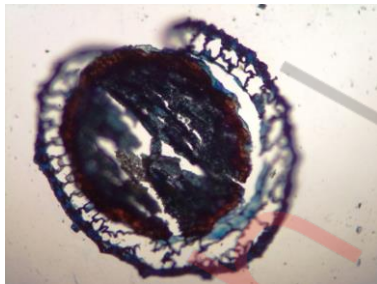
Asam lemak	Rumus kimia	Konsentrasi (%)	
		Minyak biji <i>N. pubescens</i> ^a	Minyak biji <i>N. pubescens</i> ^b
Miristat	C ₁₄ H ₂₈ O ₂	0.30	0.65
Palmitat	C ₁₆ H ₃₂ O ₂	9.27	23.57
Stearat	C ₁₈ H ₃₆ O ₂	14.36	5.71
Oleat	C ₁₈ H ₃₄ O ₂	5.88	37.85
Linoleat	C ₁₈ H ₃₄ O ₂	18.34	0.78
Linolenat	C ₁₈ H ₃₂ O ₂	0.81	nd
Total SFA (%)		48.87	30.95
Total MUFA (%)		12.01	37.85
Total PUFA (%)		39.11	0.78
P/S Indeks (%)		0.80	0.03

Sumber: ^a Khairina dan Fitriani (2002); ^b Aliyu *et al.* (2017)

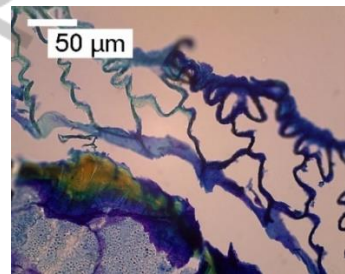
2.3. Histokimia Biji Teratai *Nymphaea pubescens* Willd

Salah satu cara untuk melihat struktur biji adalah dengan membuat preparat histologi dengan pewarnaan. Pewarnaan menggunakan Toluidin Blue-O (TBO) ditujukan untuk menggambarkan struktur biji yang ditunjukkan oleh warna biru. Warna biru yang berbeda menunjukkan bagian yang berbeda seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 2.3.

Biji teratai memiliki kulit (testa) dengan struktur yang khas di mana kulit luarnya (makrosklereid) seperti pagar dan berongga dan mengandung lignin dan fenol. Kulit bagian dalamnya (osteosklereid) merupakan struktur yang keras. Diameter rata-rata biji teratai adalah 2 mm dengan ketebalan kulit berkisar 75-80 μm .



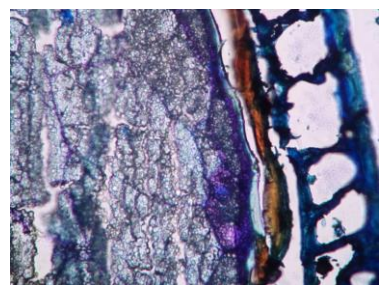
Biji muda (pembesaran 100x dengan Toluidin Blue O)



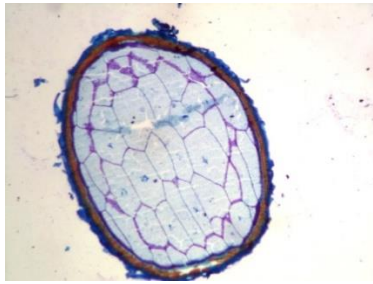
Biji muda (pembesaran 400x dengan Toluidin Blue O)



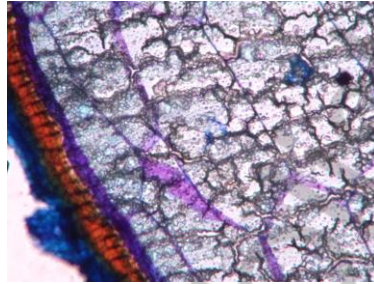
Biji tua 100x (Toluidin Blue O)



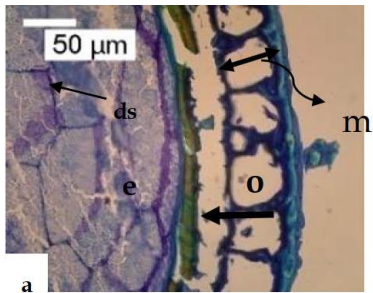
Biji tua 400x (Toluidin Blue O)



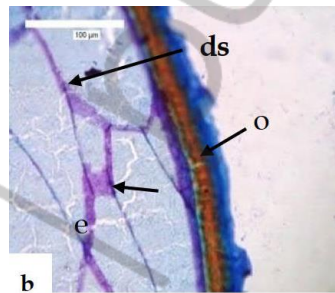
Biji tua kupas kulit 100x (Toluidin Blue O)



Biji tua kupas kulit 400x (Toluidin Blue O)



a

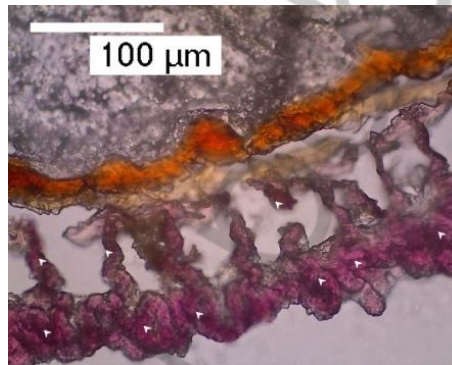


b

Gambar 2.3. Mikroskopis biji teratai dengan pewarnaan Toluidin Blue O. a) biji tua dengan kulit, b) biji tua kupas kulit, m: makrosklereid (=testa), o: osteosklereid (= testa), testa=kulit biji, e: jaringan endosperm, ds: dinding sel.

Pada bagian osteosklereid terlihat warnanya yang ditunjukkan tidak berbeda dengan warna sebelum pewarnaan dengan TBO yang menunjukkan bagian tersebut tidak dapat menyerap TBO dengan baik yang diduga karena teksturnya yang sangat keras. Oleh karena itu jika biji teratai dihaluskan menjadi tepung akan terdapat beberapa bagian fraksi dari tepung tersebut karena bagian osteoskleroid yang keras sulit dihaluskan dan akan memberikan tekstur yang masir pada tepung. Hal ini juga mempengaruhi sifat dari tepung biji teratai jika diaplikasikan pada pengolahan pangan.

Pada bagian endosperm dapat menyerap warna TBO sehingga terlihat dinding sel endosperm yang berwarna ungu. Reaksi TBO dengan granula pati di bagian endosperm biji menimbulkan warna biru muda dan warna ungu pada bagian dinding sel. Warna ungu pada dinding sel menunjukkan komponen selulosa.



Gambar 2.4. Mikroskopis kulit biji teratai dengan pewarnaan phloroglucinol

Pada Gambar 2.4 terlihat mikroskopis kulit biji teratai dengan pewarnaan Phloroglucinol. Warna *rose-lavender* dengan pewarnaan phloroglucinol menunjukkan senyawa fenol, sedangkan warna merah menunjukkan lignin. Jika kulit terluar dikupas, akan mengakibatkan hilangnya komponen fenol dan lignin yang merupakan komponen utama dari kulit luar (makroklereid) biji teratai.

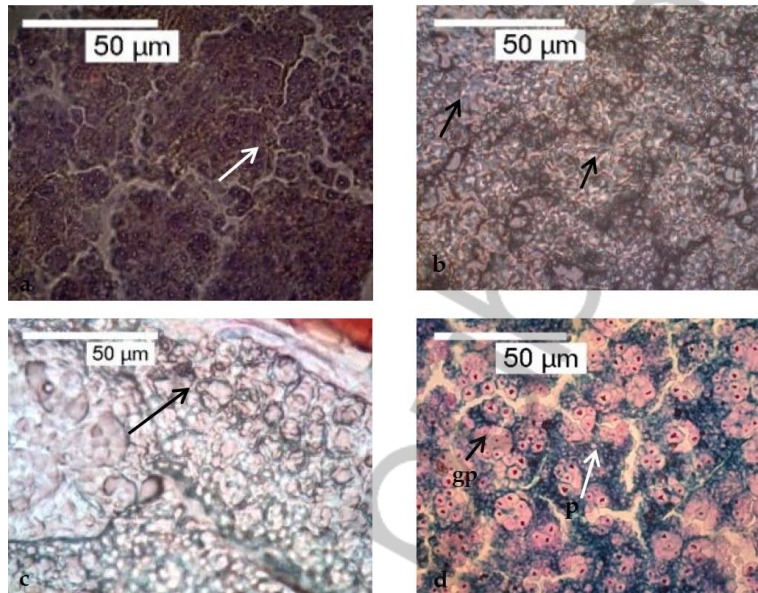
Pewarnaan dengan menggunakan reagent wagner bertujuan untuk melihat adanya alkaloid pada sampel biji teratai. Reagent ini menunjukkan positif alkaloid dengan terbentuknya warna coklat (Gambar 2.5a). Alkaloid tersebar di seluruh bagian endosperma biji, mengisi penuh pada bagian granula pati.

Pewarnaan dengan menggunakan reagent DMACA (p-Dimethylamino cinnamaldehyde) bertujuan untuk mengetahui lokasi flavonoid di dalam tumbuhan. Flavonoid ditunjukkan warna biru muda. Keberadaan flavonoid pada biji teratai terletak pada granula pati (Gambar 2.5b). Molekul flavonoid terlihat mengelilingi bagian sebelah dalam granula pati.

Pewarnaan menggunakan vanilin-HCl untuk melihat sebaran katekin dan tannin terkondensasi di sel endosperma biji yang ditunjukkan dengan warna oranye (Pellegrini, 1980). Hasil pewarnaan vanillin-HCl pada biji teratai dapat dilihat pada Gambar 2.5c. Lokasi tanin pada bagian biji teratai adalah pada bagian endosperm, di mana tanin tersebar di granula pati.

Pewarnaan menggunakan *Periodic acid-Schiff* dan *naphthol blue black* untuk melihat sebaran karbohidrat dan protein di dalam sel endosperma biji teratai (Gambar 2.5d). Protein terlihat terkonsentrasi di dalam vacuola sel endosperma yang terisi penuh dengan granula pati.

Bagian endosperma biji teratai yang tidak hanya berupa komponen karbohidrat (berupa pati dan selulosa) dan protein tetapi juga komponen fitokimia seperti alkaloid, tannin, flavonoid, di mana adanya komponen-komponen tersebut mengakibatkan jika biji teratai tersebut dibuat tepung maka tepung yang dihasilkan tidak berwarna putih, melainkan berwarna kecokelatan.



Gambar 5. Mikroskopis endosperma biji teratai dengan pewarnaan. (a) wagner, (b) DMACA (*p*-dimethylaminocinnamaldehyde), (c) Vanillin-HCl. dan (d) *Periodic acid-Schiff's* (PAS) dan naphtol blue black, p = protein; gp = granula pati

Bab 3

Pengolahan Biji Teratai

Biji teratai secara tradisional dimanfaatkan masyarakat di Indonesia, India, dan Cina sebagai bahan makanan, salah satunya adalah dalam bentuk berondong atau dikenal dengan istilah “*popped water lily seeds*”. Jenis teratai yang bijinya biasa diolah menjadi berondong adalah dari jenis *Nymphaea pubescens*, *Nymphaea nouchali* dan *Euryale Ferox*. Tentu saja ketiga jenis teratai tersebut memiliki biji yang ukurannya berbeda. *Euryale Ferox* memiliki biji yang jauh lebih besar dibandingkan biji dari *Nymphaea pubescens* dan *Nymphaea nouchali*, sementara biji dari *Nymphaea nouchali* lebih kecil dibandingkan biji *N. pubescens*. Berikut ini adalah cara pengolahan berondong biji teratai yang khas untuk negara yang penduduknya memanfaatkan biji teratai sebagai produk berondong menjadi *snack* atau camilan.

Proses pengolahan biji-bijian menjadi berondong biasanya dikenal dengan istilah proses “*puffing*” di mana melibatkan pelepasan atau ekspansi gas di dalam produk baik untuk membuat struktur internal atau untuk memperluas atau memecahkan struktur yang ada. Selama proses ini, ekspansi *kernel* dilakukan secara terkontrol, tekanan uap keluar melalui mikropori struktur butir karena tekanan tinggi atau gradien termal. Akibatnya endosperma mengembang secara tiba-tiba, dan menghancurkan kulit luar. Selama proses *puffing*, volume biji meningkat beberapa kali dan menghasilkan produk siap makan yang renyah, dan berpori.

“*Puffing*” telah digunakan sejak zaman kuno untuk mengubah karakteristik struktural makanan. “*Puffed rice*” atau “beras kembung” telah menjadi makanan ringan yang populer di

India, di mana biji-bijian yang digembungkan dengan perlakuan panas suhu tinggi dan waktu singkat (biasanya diproduksi menggunakan pasir yang dipanaskan hingga sekitar 200 ° C) (Payne *et al.* 1989). Contoh lain dari produk berondong adalah “popcorn” dari jagung yang pertama kali dikenalkan oleh suku Indian di Amerika. Ada berbagai metode *popping/puffing* yang biasa digunakan untuk menghasilkan berondong, yaitu metode konvensional panas kering, perlakuan pasir dan garam, *hot air popping*, *gun puffing*, *popping* dalam minyak panas dan dengan pemanasan *microwave*. Pada Gambar 3.1 terlihat biji teratai kupas kulit yang diolah menjadi berondong, ukuran diameternya menjadi lebih dari dua kalinya.



Gambar 3.1. Hasil berondong biji teratai. Perbandingan biji sebelum (a) dan sesudah diolah menjadi berondong (b) = 1 mm

3.1. Pengolahan Berondong Biji Teratai dari Daerah Kalimantan Selatan, Indonesia

Produk berondong biji teratai di daerah Kalimantan Selatan biasanya disalut dengan gula karamel dan dicetak menjadi potongan bentuk persegi, yang oleh masyarakat setempat dikenal dengan nama “bepang” atau “ulatih” atau “walatih”. Produk tersebut dijadikan camilan, biasanya dikonsumsi baik orang dewasa atau pun anak-anak. Biji teratai yang biasa diolah menjadi

berondong adalah dari jenis *N. pubescens*, sementara biji *N. nouchali* tidak diolah sebagai bahan makanan, karena rasanya yang pahit dan ukurannya yang lebih kecil dari *Nymphaea pubescens*.

Cara pembuatan bepang:

Biji teratai dari jenis *N. pubescens* yang kering, kulit luarnya terlebih dahulu dibuang, dengan cara ditumbuk dengan lumpang. Pada perkembangannya tidak lagi ditumbuk menggunakan lumpang tetapi disosoh dengan *huller* yang biasa dipakai untuk menyosoh padi (Gambar 3.2 a). Karena ukuran biji lebih kecil dari padi maka pisau penyosohnya dimodifikasi sehingga bisa melepaskan kulit luar dari biji. Meskipun demikian cara ini masih kurang efektif karena masih ada sebagian biji yang tidak tersosoh dengan sempurna (Gambar 3.2.b). Biasanya rendemennya hanya 3/5 nya.



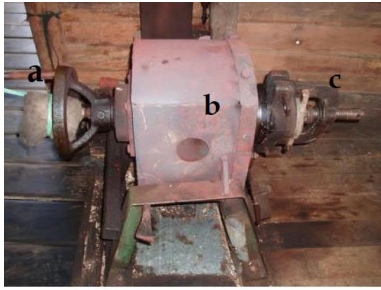
Gambar 3.2. Penyosohan kulit luar biji teratai dengan *huller* (a) dan biji kupas kulit (b)

Di tempat pengolahan, biji teratai yang sudah dikupas kulitnya diolah menjadi berondong dengan alat seperti pada Gambar 3.3. Menggunakan alat tersebut, biji teratai harus dikupas kulit luarnya, jika tidak, maka biji tidak mengembang dan gosong. Sistem pengolahan berondong di tempat ini menggunakan metode “*gun puffing*” atau masyarakat setempat memberi istilah “menembak”

untuk sistem tersebut, karena akan mengeluarkan bunyi ledakan saat katup wadah biji yang tekanan dan suhunya tinggi dibuka dan biji mengembang berhambur keluar. Alat yang digunakan ini berbahan besi yang tebal, dan sumber panas adalah api dari gas.

Bagian alat tersebut terdiri atas ruang tempat meletakkan biji, katup atau semacam pintu untuk memasukkan biji dan membiarkan biji mengembang saat tekanan dan suhu tinggi di dalam wadah biji. Katup ini terhubung dengan belalai untuk menampung biji yang mengembang saat tutup katup dibuka.

Pengoperasian alat tersebut sebagai berikut: pertama-tama biji dimasukkan ke dalam ruang tempat meletakkan biji, selanjutnya ditutup rapat. Alat dipanaskan di atas api, sambil diputar sehingga panas merata dan tekanan dalam ruang sampel terus meningkat. Tekanan di dalam alat dimonitor dengan alat penunjuk tekanan yang ada di samping alat tersebut. Hingga tekanan mencapai maksimum, belalai tempat menampung berondong dipasang di muka katup ruang sampel, dan api dimatikan. Setelah belalai terpasang, dan api sudah dimatikan, katup dibuka dan mengeluarkan bunyi ledakan yang merupakan hasil dari mengembangnya pati yang ada pada biji karena perbedaan tekanan di dalam ruang sampel dan di belalai penampungan berondong.



Alat pembuat berondong. a = pegangan untuk memutar, b. tempat biji, c. katup penutup/membuka ruang biji siap meledak



Tempat memasukkan biji teratai dalam alat berondong



Pengukur tekanan



Saat mengoperasikan alat. Panah = api dari gas



Pemasangan belalai (wadah) menampung biji yang akan mengembang



Biji siap mengembang, katup ruang tempat biji dibuka, biji yang mengembang ditampung dalam belalai



Berondong biji teratai ditampung dalam wadah yang kedap udara



Pembuatan karamel untuk pembuatan bebang berondong biji teratai



Pencampuran berondong biji teratai dengan karamel



Pengemasan



Bebang biji teratai

Gambar 3.3. Proses pembuatan bebang biji teratai di daerah Kalimantan Selatan

Tahapan berikutnya adalah penyiapan karamel sebagai penyalut berondong. Karamel dibuat dari gula merah. Berondong biji teratai dimasukkan ke dalam karamel sambil diaduk hingga merata. Selanjutnya dicetak dengan cara meletakkan adonan di atas meja besar sambil di giling dengan gilingan dari besi sehingga berondong rapat dan kompak. Tahapan berikutnya dipotong menjadi kotak kecil dan dikemas dalam kemasan plastik serta diberi label.

Ada dua lokasi di daerah Kalimantan Selatan yang memproduksi bepang biji teratai, yaitu di Desa Sungai Sandung, Kecamatan Sungai Pandan Kabupaten Hulu Sungai Utara, dan Desa Pingaran Ilir Kecamatan Astambul Kabupaten Banjar.

3.2. Pengembangan Olahan Berondong Biji Teratai *Nymphaea pubescens*

Dewasa ini pengembangan produk berondong biji teratai sudah dilakukan oleh masyarakat di daerah Kalimantan Selatan. Misalnya dengan menyalutnya dengan cokelat, menambah rasa jahe, memberi rasa pedas, untuk memperluas pasar. Produk olahan ini biasanya dijual di toko oleh-oleh.

Pengembangan olahan berondong biji teratai sebagai pangan fungsional sudah dilakukan penelitiannya. Produk berondong biji teratai dikombinasikan dengan berondong beras merah ditujukan sebagai *snack* atau makanan selingan bagi penderita diabetes terutama diabetes tipe 2 (Gambar 3.4). *Snack* tersebut terbukti mampu mempertahankan gula darah tetap normal, meningkatkan aktivitas antioksidan dalam tubuh, pada tikus percobaan yang menderita diabetes. Selain itu, berondong biji teratai juga memiliki aktivitas pencegah diare.



Berondong biji teratai salut
cokelat



Snack dari berondong biji teratai dan
beras merah

Gambar 3.4. Produk berondong salut cokelat dan *snack* berondong biji teratai dan beras merah

Nilai gizi berondong biji teratai. Nilai gizi biji teratai dan berondong biji teratai dapat dilihat pada Tabel 3.1. Berdasarkan hasil analisis proksimat menunjukkan hanya kadar air yang mengalami perubahan setelah biji diolah menjadi berondong. Akibat tekanan tinggi dan panas mengakibatkan air yang ada di dalam biji menguap. Setelah katup pada alat di buka, secara cepat terjadi perubahan tekanan, pati menjadi tergelatinisasi, dan biji mengembang menimbulkan rongga-rongga pada bagian endosperm biji. Pengolahan berondong juga menyebabkan penurunan kadar serat pangan hingga 60%. Tergelatinisasinya pati dan terdegradasinya serat pangan akibat pengolahan berondong menyebabkan daya cerna pati pada produk berondong menjadi meningkat, seperti yang disimpulkan oleh Holm *et al.* (1985) dan Nyman *et al.* (1987).

Tabel 3.1. Nilai gizi berondong biji teratai

		Biji teratai (kupas kulit)	Berondong biji teratai
1.	Air (% bb)	15.48±0.01	4,73±0,19
2.	Protein (% bk)	10.39±0.28	9,66±0,20
3.	Lemak (% bk)	0.58±0.02	1,62±0,26
4.	Abu (% bk)	0.67±0.01	0,62±0,03
5.	Karbohidrat (% bk)	88.36±0.26	88,11±0,38
6.	Serat pangan (% bk)	7.98	3.10
7.	Pati (% bk)	63.03	Tidak dianalisa

Keterangan : bb = berat basah bk = berat kering.

Sumber : Fitriani *et al.* (2015)

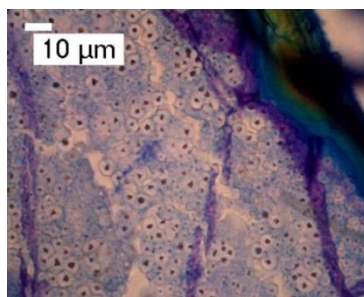
Komponen fitokimia berondong biji teratai. Secara kualitatif, komponen fitokimia yang terdapat dalam biji teratai sebelum dan sesudah diolah menjadi berondong dapat dilihat pada Tabel 3.2. Biji utuh dengan kulit, setelah kupas kulit dan setelah diolah menjadi berondong masih mengandung komponen alkaloid, tanin, saponin, fenolik, flavonoid, dan triterpenoid. Hal tersebut diperkuat dengan hasil histokimia dari berondong biji teratai.

Tabel 3.2. Komponen fitokimia biji teratai dan berondong biji teratai

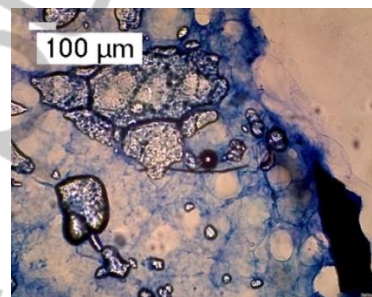
No.	Komponen fitokimia	Biji teratai utuh (dengan kulit luar)	Biji teratai kupas kulit	Berondong biji teratai
1	Alkaloid	+	+	+
2	Tanin	+	+	+
3	Saponin	+	+	+
4	Fenolik	+	+	+
5	Flavonoid	+	+	+
6	Triterpenoid	+	+	+
7	Steroid	-	-	-
8	Glikosida	-	-	-

Sumber: Fitriani *et al.* (2015)

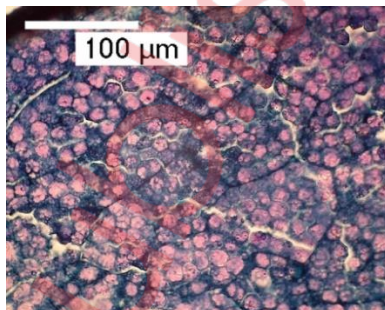
Histokimia berondong biji teratai. Pengolahan biji teratai menjadi berondong mengakibatkan biji teratai mengembang. Berikut ini adalah gambaran histokimia dari berondong biji teratai. Pada Gambar 3.5 terlihat walaupun pada pembuatan berondong menggunakan suhu dan tekanan tinggi akan tetapi komponen fitokimia seperti alkaloid, tannin, fenolik tidak banyak mengalami perubahan. Komponen yang berubah hanya pati yang mengembang sehingga pada pewarnaan dengan *Periodic acid-Schiff* warna *pink* sudah tidak terlihat karena pati sudah tergelatinisasi.



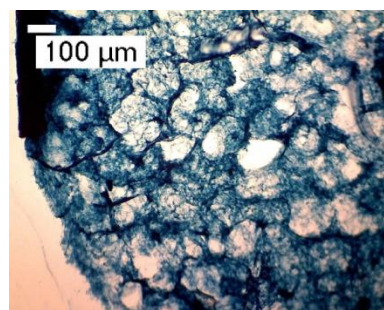
Endosperma biji mentah dengan pewarnaan TBO



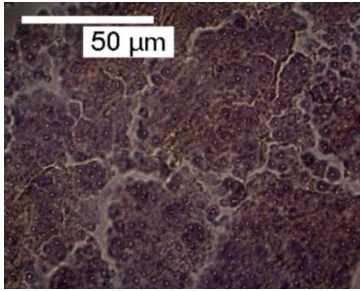
Endosperma setelah menjadi berondong dengan pewarnaan TBO



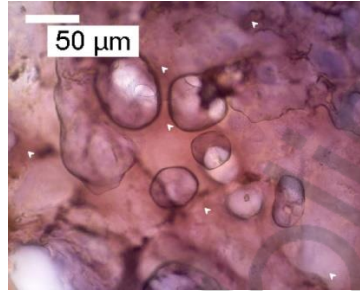
Endosperma biji mentah dengan pewarnaan *Periodic acid-Schiff-Naftol blue black*



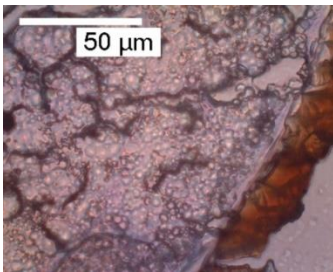
Endosperma setelah menjadi berondong pewarnaan *Periodic acid-Schiff-Naftol blue black*



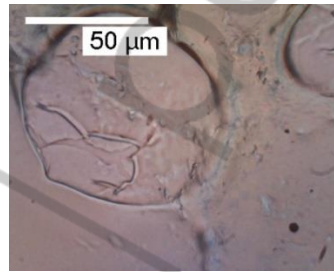
Endosperma biji mentah dengan pewarnaan wagner



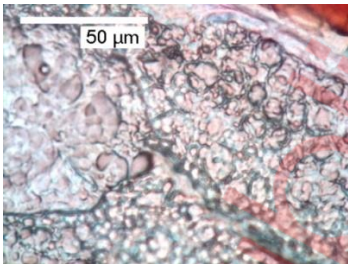
Endosperma setelah menjadi berondong pewarnaan wagner



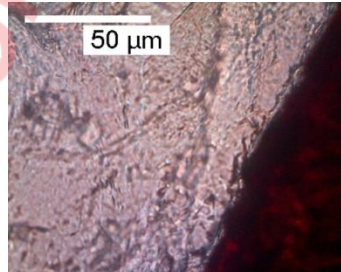
Endosperma biji mentah dengan pewarnaan DMACA



Endosperma setelah menjadi berondong pewarnaan DMACA



Endosperma biji mentah dengan pewarnaan Vanilin-HCl



Endosperma setelah menjadi berondong pewarnaan Vanilin-HCl

Gambar 3.5. Histokimia dari endosperma biji teratai sebelum dan sesudah diolah menjadi berondong

Selain hasil histokimia tersebut, penelitian lain membuktikan bahwa komponen aktif (alkaloid, tanin, glikosida, saponin, flavonoid dan triterpenoid) yang terdapat pada ekstrak etil asetat biji teratai yang dipanaskan pada suhu hingga 121°C tidak mengalami perubahan yang berarti pada aktivitas antimikrobanya (Fitrial, 2011). Hal tersebut menunjukkan bahwa komponen yang ada di biji teratai relatif stabil terhadap proses pemanasan. Biji teratai mengandung komponen fitokimia yaitu alkaloid, flavonoid, steroid, glikosida, fenolik, saponin, tanin dan triterpenoid.

Pada penelitian yang lain, setelah diujikan pada tikus percobaan yang sebelumnya diintervensi Enteropatogenik *E. coli* K.1.1 (EPEC), tepung biji teratai dan ekstrak tersebut mampu mencegah terjadinya diare akibat mikroba penyebab diare tersebut (Fitrial *et al.*, 2012). Hal yang sama juga terjadi pada tikus percobaan yang diberikan berondong biji teratai. Oleh karena itu biji teratai dan berondongnya berpotensi sebagai antidiare. Adanya efek pencegahan terhadap diare oleh biji teratai selain disebabkan karena adanya komponen fitokimia yang berperan sebagai antimikroba, juga adanya aktivitas imunomodulator yaitu menstimulasi produksi Immunoglobulin A (IgA) (Fitrial *et al.*, 2012).

Ekstrak etanol biji teratai mengandung saponin, tanin, flavonoid dan alkaloid. Ekstrak tersebut memiliki aktivitas antimikroba terhadap Enteropatogenik *E. coli* K.1.1 dan *S.Typhimurium* akan tetapi lebih rendah dibandingkan dengan ekstrak etilasetat.

Pada teratai jenis *N. nouchali*, ekstrak etanolnya mengandung protein, karbohidrat, gula pereduksi, glikosida, fenol, tannin, flavon, saponin, steroid dan alkaloid. Ekstrak tersebut memiliki aktivitas antioksidan (Parimela & Shoba, 2013) dan antimikroba dengan spektrum yang luas, terutama katekin dan asam galat (Parimela & Shoba, 2014).

Alkaloid merupakan metabolit sekunder pada tanaman, seperti pada kentang dan tomat. Senyawa alkaloid memiliki aktivitas fisiologis sehingga banyak digunakan dalam bidang pengobatan. Kuinin, morfin, dan striknin adalah contoh alkaloid yang memiliki aktivitas antikanker (Mukhopadhiay, 2000). Alkaloid memiliki efek farmakologi sebagai analgesik dan anaestetik, seperti morfin dan kodein.

Senyawa yang tergolong tanin adalah senyawa polifenol yang mengandung gugus hidroksil dan gugus lainnya (misalnya karboksil), sehingga mampu membentuk kompleks kuat dengan protein. Tanin terkondensasi dihasilkan melalui polimerisasi flavonoid dan banyak terdapat pada tanaman kayu yaitu pada lapisan biji. Tanin dapat bersifat sebagai antioksidan karena kemampuannya dalam menstabilkan fraksi lipid dan keaktifannya dalam penghambatan lipoksigenase (Zeuthen dan Sorensen, 2003). Tanin mempunyai rasa sepat dan mempunyai kemampuan menyamak kulit. Tanin terdiri dari berbagai asam fenolat. Atta dan Mouneir (2004) melakukan analisis terhadap 6 jenis tanaman obat Egyptian yang dikenal masyarakat memiliki aktivitas anti diare. Hasil uji fitokimia menunjukkan bahwa komponen utama adalah tanin, flavonoid, sterol tidak jenuh/triterpen, karbohidrat, laktone dan protein/asam amino.

Contoh bahan alam lain yang memiliki aktivitas antidiare adalah akar *Guiera senegalensis* di mana di Nigeria Utara dikenal sebagai tanaman obat yang secara tradisional digunakan untuk mengobati diare dan disentri (Aniagu *et al.*, 2005) Komponen aktif dari tanaman tersebut adalah tanin. Adzu *et al.* (2003) melakukan analisis terhadap kulit batang *Zizyphus spinachristi* (famili Rhamnaceae) yang dikenal masyarakat Nigeria Utara sebagai antidiare. Hasil uji fitokimia menunjukkan bahwa kulit batang *Zizyphus spinachristi* mengandung glikosida, resin, saponin dan tanin.

Mekanisme kerja tanin pada pengobatan diare adalah tanin dan asam tanin mendenaturasi protein melalui pembentukan kompleks (protein-tannate), kompleks tersebut membentuk lapisan pada mukosa usus dan membuatnya lebih tahan sedangkan sekresi gastrik berkurang secara simultan (Aniagu *et al.*, 2005). Tanin, pada konsentrasi rendah dapat membuat lapisan pada permukaan lambung sehingga kurang permeabel dan lebih tahan terhadap kerusakan kimia atau mekanik atau iritasi (Aguwa dan Lawal (1988) dan Otshudi *et al.* (2000)). Selain itu tanin juga memiliki aktivitas sitotoksik dan antineoplastik (Otshudi *et al.*, 2000).

Flavonoid merupakan golongan terbesar dari senyawa fenol. Flavonoid umumnya terdapat dalam tumbuhan, dalam bentuk aglikon maupun terikat pada gula sebagai glikosida (Harborne, 1987). Flavonoid merupakan golongan yang penting karena memiliki spektrum aktivitas antimikroba yang luas dengan mengurangi kekebalan pada organisme sasaran (Naidu, 2000), selain itu juga memiliki aktivitas antivirus, antiinflamasi, dan sitotoksik Otshudi *et al.* (2000). Flavonoid memiliki aktivitas antioksidan, memperkuat sistem pertahanan mukosa melalui stimulasi sekresi mukus gastrik (Martin *et al.* (1994) di dalam Aniagu *et al.* (2005). Flavonoid dapat berperan sebagai penangkap spesies oksigen reaktif (seperti anion super-oksida) dan radikal bebas (Aniagu *et al.*, 2005).

Saponin merupakan senyawa aktif permukaan yang dihasilkan dari grup steroid atau triterpen yang berikatan dengan gula (Meskin *et al.*, 2002). Jenis tanaman di Asia, 76%-nya mengandung saponin (Gruiz, 1996). Saponin bersifat seperti sabun dan dapat dideteksi berdasarkan kemampuannya membentuk busa (Harborne, 1987). Senyawa ini memiliki pengaruh biologis yang menguntungkan yaitu bersifat sebagai hipokolesterolemik dan antikarsinogen serta dapat meningkatkan sistem imun (Meskin *et al.*, 2002), aktivitas ekspektoran dan antitusif (Otshudi *et al.*, 2000)

serta *anti-ulcer* melalui pembentukan perlindungan pada mucus permukaan mukosa usus terutama triterpen (Aguwa dan Lawal,1988). Selain itu, saponin menghambat pertumbuhan atau membunuh mikroba dengan cara berinteraksi dengan membran sterol. Efek utama saponin terhadap bakteri adalah adanya pelepasan protein dan enzim dari dalam sel (Zablotowicz *et al.*, 1996).

Triterpenoid merupakan golongan terpenoid yang berpotensi sebagai antimikroba. Selain itu senyawa ini banyak digunakan untuk menyembuhkan penyakit gangguan kulit. Triterpenoid memiliki sifat antijamur, insektisida, antibakteri, dan antivirus (Robinson, 1995).

3.3. Pengolahan Berondong Biji Teratai di India

Pengolahan berondong biji teratai di India mengacu dari Roy *et al.* (2013). Produk berondong biji teratai di India dikenal dengan istilah "Vhet-Laddu". "Vhet-Laddu" adalah makanan tradisional masyarakat pedesaan di distrik Bongaigaon, Assam, India Timur Laut. Ini adalah salah satu makanan yang disiapkan untuk acara festival. Vhet-Laddu dibuat dari endosperma *Nymphaea nouchali* Burm.f. dan *Nymphaea pubescens* Willd yang dipanggang, Kedua jenis teratai dari keluarga Nymphaeaceae yang tumbuh liar dan secara lokal disebut sebagai "Vhet" (Assamese dan Bengali). Pada perayaan festival besar seperti Durga Puja, Laxmi Puja dan Viswa Sankranti, Vhet-Laddu adalah salah satu makanan tradisional yang disajikan oleh masyarakat pedesaan, Bengali, Koch Rajbangshi, dll. di distrik Bongaigaon di Assam.

Proses Pemanenan Biji

Buah yang matang disimpan di tempat yang lembap dan ditutup dengan jerami selama 15-20 hari, untuk memecah mesokarp. Buah yang membusuk kemudian dijemur di bawah sinar matahari untuk dikeringkan dan untuk memisahkan biji dari

bagian buah yang lain. Biji dipisahkan dari kotorannya dengan cara diayak. Biji dikeringkan di bawah sinar matahari selanjutnya disimpan (Gambar 3.6 a).

Memanggang Biji

Biji yang sudah dikeringkan, digoreng dalam wadah dari tanah liat yang berisi pasir panas untuk membelah kulit biji sehingga bagian endospermanya mengembang. Selanjutnya kulit biji dan pasir dipisahkan dari endosperma yang mengembang seperti berondong dan lunak, dengan cara diayak (Gambar 3.6b).

Pembuatan Laddu

Laddu adalah produk yang dibuat dari berondong (Endosperma yang mengembang) dicampur dengan gula yang meleleh atau molase (*gur*) (Gambar 3.6: c). Campuran berondong menjadi melekat satu sama lain. Kemudian laddu tradisional dengan ukuran yang sesuai disiapkan (Gambar 3.6 d). Endosperma gepeng yang lembut juga bisa disantap dengan susu hangat sebagai makanan tradisional yang lezat.



Gambar 3.6. Pengolahan laddu
(Sumber: Roy *et al.*, 2013)

3.4. Pengolahan Berondong dari Biji *Euryale ferox*

Pengolahan berondong dari biji *Euryale ferox* mengacu dari Khadatkar *et al.* (2019).

Biji dari *Euryale ferox* Salisbury atau yang dikenal dengan “makhana” berbentuk bundar dan warnanya bervariasi dari coklat hingga hitam. Kulit biji tebalnya kurang lebih 1 mm. Ukuran diameter biji dari 5-15 mm. Endosperma biji kaya dengan pati. Pericarp terletak antara kulit dan endosperm.

Pengolahan Makhana seluruh prosesnya masih dilakukan dengan cara tradisional, terutama di daerah Bihar, India. Tempat atau wadah di mana makhana diolah menjadi berondong memiliki suhu yang berkisar antara 230-335° C. Proses pengolahan makhana dimulai dengan pengeringan biji di bawah sinar matahari, *grading*, *pre-heating*, *popping*, *polishing* dan diakhiri dengan *grading* dan pengemasan.

Pengolahan tahap pertama adalah pengeringan biji dengan matahari, hingga kadar air biji Makhana mencapai 30%. Biji dijemur selama 2-3 jam dengan cara ditaburkan di atas tikar atau lantai yang disemen. Sulitnya menyimpan biji untuk waktu yang lebih lama, menyebabkan biji ini disimpan dengan cara ditumpuk dengan menyiramkan air secara teratur.

Biji yang dikeringkan di bawah sinar matahari selanjutnya di-*grading* menjadi 17 hingga 22 kelas. Pengerjaan *grading*, menggunakan alat tradisional yang disebut “jharna” (saringan atau ayakan) (Gambar 3.7). Saringan terbuat dari lembaran besi berlubang dan rangka kayu yang diberi nomor 1 sampai 10 sesuai ukurannya.

Biji yang telah dijemur dan dipilah-pilah kemudian dipanaskan terlebih dahulu di dalam panci tanah liat atau panci aluminium dengan cara diletakkan di atas api dengan pengadukan cepat dan terus menerus selama 5 menit yang disebut sebagai Penggorengan Pertama (Mandal *et al.*, 2010). Suhu panci naik dari

230 hingga 335 ° C (Nehal *et al.* (2015) *di dalam* Khadatkar *et al.* (2019)). Pemanasan awal ini bertujuan mengurangi kadar air hingga 20%.



Gambar 3.7. Grading biji makhana secara tradisional dengan alat 'jharna'

Sumber: Khadatkar *et al.* (2019).

Setelah penggorengan pertama, biji yang telah dipanaskan sebelumnya, disimpan dalam karung goni atau wadah bambu selama 48-72 jam pada suhu ruang. Pendinginan biji ini dikenal sebagai *tempering*. Cara ini akan melonggarkan *kernel* di dalam kulit biji yang keras.

Setelah pendinginan, biji Makhana siap untuk dipanggang ('*roasted*') dan dibuat berondong. Sekitar 200-300 g biji diambil dan dipanggang dalam wajan di atas api sambil terus diaduk (Gambar 3.8). Tahapan ini juga disebut penggorengan kedua. Selama penggorengan kedua, suara retak terdengar dalam waktu 2 menit setelah pemangangan dan biji yang panas dikeluarkan dengan cepat dengan tangan dan dipalu secara bersamaan pada permukaan yang keras dengan 'Tappi'. Saat kulit biji yang keras mengerem, bijinya yang mengembang menyembul berwarna putih, Makhana yang mengembang disebut 'Lava'



Gambar 3.8. Tempat di mana biji makhana di-roasted dan dibuat berondong

Sumber: Khadatkar *et al.* (2019)

Pemolesan sangat penting untuk menambah kilau dan keputihan pada Makhana yang mengembang. Hal ini dilakukan untuk menghilangkan noda hitam atau sisa-sisa kulit keras biji dengan menggosok dengan kuas. Ini dilakukan segera setelah pemolesan karena dapat menyerap air, yang dapat mempersulit pemolesan. Setelah dipoles, berondong Makhana kembali di-*grading* berdasarkan ukurannya. Kilauan dan ukuran Makhana penting untuk mendapatkan harga pasar yang baik.

Berondong Makhana kemudian dikemas dalam kantong plastik, agar tidak mudah rusak. Berondong Makhana kemudian di-*grading* sebagai 'Lawa' dan 'Thurri' di tingkat produsen, yang kembali di-*grading* di tingkat pedagang. Untuk pemasaran tersedia *grade* berdasarkan kualitasnya yaitu Lava Top > Lava > Olva > Murr > Thurri. Berikut ini adalah nilai gizi dari berondong Makhana (*Euryale ferox*) (Tabel 3.3).

Tabel 3.3. Nilai gizi berondong Makhana (*Euryale ferox*)

		Makhana mentah	Berondong makhana
1.	Air (%)	12.8	4
2.	Protein (%)	9.7	9.5
3.	Lemak (%)	0.1	0.5
4.	Mineral (%)	0.5	-
5.	Karbohidrat (%)	76.9	84.9

Sumber: Khadatkar *et al.* (2019)

Produk makhana dikenal dengan istilah *Popped Water Lily seeds*, dengan nama umumnya adalah 'Gorgon Nuts' atau 'Fox Nuts'. Produk ini tidak memiliki rasa dalam keadaan alaminya. Pengobatan Ayurveda merekomendasikan makhana untuk berbagai manfaat kesehatan, termasuk mengatur gula darah, kesehatan kardiovaskular dan reproduksi. Masa sekarang sudah ada upaya pengembangan produk dengan memberikan berbagai rasa dan dikemas lebih modern dengan design yang menarik (Gambar 3.9).

Secara tradisional, makhana dibumbui dengan *ghee* dan rempah-rempah, terkadang ditambahkan ke kari, dan itu adalah makanan yang diperbolehkan bagi umat Hindu selama masa puasa di festival Navratri.



Gambar 3.9. Produk Makhana

Sumber: <https://www.ohlilysnacks.com/blogs/lifestyle/the-health-benefits-of-water-lily-seeds>

3.5. Pengolahan Pangan dari Tepung Biji Teratai

Pada praktiknya oleh masyarakat yang biasa memanfaatkan biji teratai sebagai tepung, terlebih dahulu biji teratai dikupas kulitnya dan di rendam selama kurang lebih 2 jam, setelah itu biji ditiriskan hingga kering, ditumbuk atau diblender menjadi tepung. Meskipun demikian, ada pula yang langsung menghaluskannya menjadi tepung tanpa melalui proses perendaman sebelumnya. Tepung (Gambar 3.10) yang dihasilkan untuk selanjutnya diolah menjadi berbagai produk olahan.



Gambar 3.10. Tepung biji teratai

Hasil penelitian sebelumnya membuktikan bahwa biji teratai dalam bentuk tepung mentah memiliki aktivitas sebagai pencegah diare pada tikus percobaan yang sebelumnya diintervensi *E. coli* enteropatogenik (Fitrial *et al.*, 2012).

Beberapa produk olahan dari tepung biji teratai yang diolah masyarakat di Kalimantan Selatan yang biasanya dijual di pasar tradisional, antara lain kue pupudak, kue apam dan kue cincin talipuk.

- **Pengolahan kue pupudak atau sesunduk lawang dari tepung biji teratai**

Bahan yang diperlukan untuk pembuatan kue pupudak adalah tepung biji teratai (1 gelas), tepung beras ($\frac{1}{2}$ gelas), gula

pasir ($\frac{3}{4}$ gelas), kelapa parut (3 ons), garam, vanili bubuk dan daun pisang untuk membungkus.

Cara membuat kue pupudak sebagai berikut: kelapa parut diperas dijadikan 2 $\frac{1}{2}$ gelas santan. Gula dan garam dimasukkan ke dalam santan, yang selanjutnya direbus sampai mendidih dan gulanya terlarut. Santan panas dimasukkan sedikit demi sedikit ke dalam tepung (campuran telung biji teratai dan tepung beras), terus diaduk sampai santan habis. Selanjutnya vanili bubuk ditambahkan ke dalam adonan. Adonan dimasukkan ke dalam daun yang sebelumnya sudah dibentuk (Gambar 3.11.a). Adonan yang sudah dibungkus daun, direbus di dalam air mendidih, selama kurang lebih 45 menit. Dihasilkan kue pupudak seperti pada Gambar 3.11.b).



Daun pisang yang dibentuk seperti tabung



Kue pupudak yang telah matang

Gambar 3.11. Daun pisang sebagai wadah (a), kue pupudak (b).

- **Pengolahan apam tepung biji teratai**

Bahan yang diperlukan untuk mengolah kue apam adalah tepung biji teratai, tepung terigu, gula pasir atau gula merah (jika gula merah ditambahkan gula pasir), fermipan, santan dan garam.

Adapun cara membuat kue apam sebagai berikut: pertama-tama, fermipan ditambahkan pada tepung terigu dan sedikit air. Diaduk hingga rata, wadah ditutup dan adonan dibiarkan mengembang. Selanjutnya ditambahkan gula pasir dan diaduk rata. Campuran tepung biji teratai dan terigu, dimasukkan ke dalam adonan yang mengembang, diaduk rata. Santan dimasukkan dan ditambahkan sedikit garam. Adonan dikukus hingga matang.

- **Pengolahan cincin talipuk**

“Talipuk’ adalah istilah untuk biji teratai dari jenis *Nymphaea pubescens* yang diberikan oleh masyarakat lokal di daerah Hulu Sungai di Kalimantan Selatan. Salah satu bentuk olahan dari tepung biji teratai yang khas dari daerah Hulu Sungai Utara adalah cincin talipuk (Gambar 3.12). Adapun bahan yang digunakan pada pengolahan cincin talipuk adalah tepung biji teratai, tepung beras, gula merah dan minyak goreng.

Cara membuat cincin talipuk, pertama-tama gula merah direbus hingga mendidih. Setelah agak dingin, dimasukkan tepung biji teratai dan tepung beras dengan perbandingan 1:1, diaduk hingga rata. Adonan yang sudah kalis, didiamkan semalaman. Setelah itu adonan dibentuk menyerupai cincin dan digoreng dalam minyak panas.



Gambar 3.12. Kue cincin talipuk
(Dokumentasi pribadi)

Berikut ini adalah upaya pengembangan pengolahan tepung biji teratai menjadi produk olahan yang memiliki sifat fungsional.

1. Pengolahan Tepung Biji Teratai Instan (Pramasak)

Pengolahan tepung biji teratai instan dilakukan dengan terlebih dahulu merendam biji teratai yang sudah dikupas kulitnya selama kurang lebih 6 jam. Dilanjutkan dengan pengukusan selama 20 menit dan dilanjutkan dengan pengeringan. Selanjutnya dihaluskan sehingga menjadi tepung (Gambar 3.13).



Gambar 3.13. Tepung biji teratai pramasak

Pada pembuatan tepung instan ini faktor perendaman dan waktu pengukusan sangat berpengaruh terhadap sifat fisika kimia tepung yang dihasilkan. Semakin lama proses perendaman dan pengukusan maka granula pati semakin besar dan terlihat sifat *birefringen*-nya juga sudah berkurang. Hal ini diduga karena lapisan terluar pada struktur biji yang keras akan semakin lunak dengan semakin lamanya waktu perendaman sehingga proses penetrasi air ke dalam biji semakin cepat dan kemungkinan mengakibatkan amilosa cepat berdifusi keluar granula.

Hasil analisis fitokimia secara kualitatif dapat dilihat pada Tabel 3.4. Komponen fitokimia yang terdapat pada biji teratai tidak hilang akibat pengolahan meskipun ada beberapa yang diduga mengalami penurunan akibat pengolahan. Biji teratai mengandung

komponen fitokimia yaitu alkaloid, flavonoid, steroid, glikosida, fenolik, saponin, tanin dan triterpenoid. Alkaloid yang terdapat pada biji teratai diduga tidak rusak akibat proses perendaman, pengukusan dan pengeringan, demikian pula pada komponen fitokimia yang lain, kecuali flavonoid. Flavonoid yang terdapat pada biji teratai bersifat semi polar dan polar. Komponen tersebut diduga mengalami perubahan akibat proses perendaman, yang dilanjutkan dengan pengukusan dan pengeringan, sebaliknya terjadi pada triterpenoid, setelah melalui proses pengolahan meningkat secara kualitatif dari positif lemah menjadi positif kuat.

Tabel 3.4. Komposisi fitokimia biji teratai dan tepung biji teratai pramasak

Komponen fitokimia	Biji teratai	Tepung biji teratai pramasak
Alkaloid	++++	++++
Saponin	+	+
Tannin	+	+
Flavonoid	+++	+
Glikosida	++	++++
Triterpenoid	+	+++
Steroid	+++	++

Keterangan : - = negatif; + = positif lemah; ++ = positif; +++ = positif kuat; +++++ = positif kuat sekali

Sumber : Fitrial *et al.* (2012)

Pengujian dengan tikus percobaan yang diintervensi *E. coli* sehingga diare menunjukkan pemberian tepung biji teratai instan pada ransum dapat mencegah terjadinya diare pada tikus percobaan (Fitrial *et al.* 2012). Substitusi tepung biji teratai pramasak sebelum, selama dan sesudah intervensi EPEC dapat mencegah diare yang berkepanjangan pada tikus dan dapat melindungi kerusakan epitel usus halus akibat intervensi EPEC. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa tikus yang diberi ransum yang disubstitusi dengan tepung biji teratai pramasak (tepung instan) dan diintervensi dengan EPEC tidak meningkatkan

jumlah mikroba, menyebabkan penurunan jumlah *E. coli* di pencernaan, serta tidak menyebabkan penurunan bakteri asam laktat (BAL) di sekum tikus percobaan. Pemberian ransum yang disubstitusi tepung biji teratai terbukti dapat menghambat terjadinya peradangan pada vili usus, mencegah nekrosis pada mukosa usus, mengurangi inflamasi, dan mencegah melekatnya *E. coli* pada mukosa usus.

2. Pengolahan *Snack* (Produk Ekstrusi) Tepung Biji Teratai

Pengolahan tepung biji teratai menjadi produk ekstrusi ini merupakan salah satu pengembangan dari pengolahan tepung biji teratai menjadi produk *snack*. Produk *snack* ini merupakan kombinasi tepung biji teratai dengan pati jagung, dengan perbandingan 2 bagian tepung biji teratai dan satu bagian pati jagung, sehingga dihasilkan produk ekstrusi seperti halnya produk sereal dari pati jagung atau gandum. Adonan dari tepung diolah dengan menggunakan alat ekstruder (Gambar 3.14) sehingga dihasilkan produk *snack* (seperti Gambar 3.15).

Kelebihan dari produk ekstrusi adalah produktivitas tinggi, bentuk produk sangat khas, banyak variasinya, mutu produk tinggi karena pemasakan dilakukan pada suhu tinggi dalam jangka waktu pendek, seperti UHT (*Ultra High Temperature*). Pada proses UHT, mikroba mati namun kerusakan gizi kecil dan biaya dan pemakaian energi per satuan produksi proses ekstrusi adalah rendah.



Gambar 3.14. Alat ekstruder



Gambar 3.15. Produk ekstrusi tepung biji teratai
(dokumentasi pribadi)

Produk ekstrusi ini masih memiliki aktivitas mencegah diare pada tikus percobaan yang diintervensi EPEC.

3. Pengolahan Biskuit Biji Teratai

Bahan yang digunakan pada pembuatan biskuit tepung biji teratai adalah:

Telur, gula pasir, margarin, terigu, tapioka, tepung biji teratai. Bahan tepung terigu dapat digantikan dengan tepung ubi alabio untuk menghasilkan biskuit yang renyah dan tidak keras (Gambar 3.16). Selain tekstur yang lebih baik, biskuit yang merupakan kombinasi tepung biji teratai dan tepung ubi alabio, setelah diujikan pada tikus percobaan yang telah diintervensi *E. coli* enteropatogenik (EPEC) masih memiliki kemampuan mencegah terjadinya diare pada tikus percobaan.



Gambar 3.16. Biskuit tepung biji teratai
(dokumentasi pribadi)

Bab 4

Umbi Teratai dan Pengolahannya

4.1. Komposisi Kimia Umbi Teratai

Umbi teratai dari jenis *Nymphaea* (Gambar 1) jarang dimanfaatkan sebagai bahan pangan karena sulit mendapatkan umbi ketika sawah digenangi air (umbi terbenam di dalam lumpur). Masyarakat mendapatkan umbi hanya sewaktu mereka membersihkan sawah, sebelum ditanami padi dan air sudah surut. Umbi teratai berukuran diameter rata-rata 3 cm dengan panjang rata-rata 5 cm. Kulitnya keras (seperti cangkang), pada bagian luar diselimuti rambut-rambut halus, sedangkan pada bagian dalamnya dilapisi lilin (Gambar 4.1). Umbi ini berbeda dengan umbi-umbi yang lain (contohnya ubi jalar), umbi teratai jika kulit dibuka maka akan mudah sekali dilepaskan bagian dalamnya. Daging umbi berwarna kekuningan, sedikit bergetah. Umbi istirahat ini, di musim kemarau, hampir padat pati, biasanya dikonsumsi dengan cara direbus atau dipanggang seperti kentang. Umbi teratai dapat disimpan dalam waktu yang lama, jika kondisi kulit masih utuh.

Umbi teratai dari jenis *Nymphaea pubescen* memiliki komposisi kimia seperti pada Tabel 4.1. Jika dibandingkan dengan ubi jalar, umbi teratai memiliki kadar air dan lemak yang lebih rendah, sementara kadar protein dan karbohidrat nya lebih tinggi dibanding ubi jalar. Hal ini sangat memungkinkan umbi teratai sebagai sumber pangan baru yang dapat dikembangkan potensinya. Umbi teratai juga mengandung komponen fitokimia lain, yang utamanya adalah alkaloid, tanin dan saponin, glikosida, flavonoid dan steroid (Fitrial *et al.* (2010)). Adanya komponen-komponen tersebut yang mengakibatkan umbi teratai memiliki aktivitas antimikroba.

Tabel 4.1. Komposisi kimia umbi teratai dan umbi ubi jalar

No.	Komposisi kimia (%)	Umbi <i>N. pubescens</i> ^a	Ubi jalar (<i>Ipomoea batatas</i> (L.) Lam.) ^b
1.	Air	51.25	61.26
2.	Protein	6.16	1.18
3.	Lemak	0.09	0.95
4.	Abu	1.37	1.32
5.	Karbohidrat	41.12	35.29
6.	Serat pangan:		
	a. Serat pangan larut	2.08	
	b. Serat pangan tidak larut	1.04	
	c. Serat pangan total	3.12	
7.	Serat kasar		1.06
8.	Pati	35.00	29.71

Sumber: ^aFitrial *et al.* (2010); ^bPattikawa *et al.* (2012)



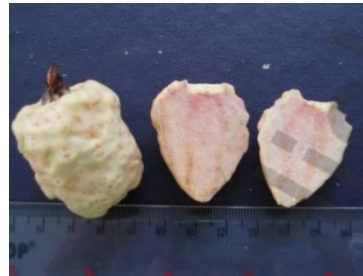
Umbi teratai *Nymphaea lotus*
Sumber: Ibrahim (2007)



Umbi teratai *Nymphaea pubescens*
Willd
(dokumentasi pribadi)



Umbi teratai *Nymphaea pubescens* Willd (a) utuh (b) kupas kulit, dan (c) kulit
(Dokumentasi pribadi)



Umbi teratai (*Nymphaea pubescens* Willd) kupas kulit dan potongan melintang
(dokumentasi pribadi)

Gambar 4.1. Umbi teratai dari jenis *Nymphaea lotus* dan *Nymphaea pubescens*

4.2. Pengolahan Umbi Teratai

Ibrahim (2007) mencoba memanfaatkan umbi teratai dari jenis *Nymphaea lotus* menjadi tepung dan mengolahnya menjadi roti dengan mencampur sumber karbohidrat lain, seperti terigu untuk pembuatan roti. Tepung umbi dari jenis *N. lotus* memiliki komposisi kimia seperti pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2. Komposisi kimia tepung umbi *N. lotus*

	Kadar (%)
Air	10.0
Abu	2.8
Protein (Nx6,25)	13.1
Lemak	0.48
Serat	2.3
CHO-serat	71.42

Sumber: Ibrahim (2007)

Berikut ini adalah cara pengolahan roti dari tepung umbi teratai. Pengolahan roti dari tepung umbi teratai (*Nymphaea lotus*) (Ibrahim, 2007).

Bahan:

Tepung umbi teratai	25 g
Tepung terigu	225 g
ragi kering	2,5 g
garam	1,5 g
gula	3g

Pembuatan tepung umbi teratai:

Umbi dicuci dengan air, dikupas kulitnya dan dipotong tipis. Selanjutnya dikeringkan. Setelah kering, digiling halus dan disaring dengan ayakan 60 mesh. Tepung disimpan dalam kantong polietilen, ditutup, kemudian disimpan dalam freezer sebelum digunakan.

Cara pembuatan roti:

Bahan kering (terdiri atas tepung, ragi kering, garam dan gula) dicampur selama 1 menit menggunakan *mixer*. Ditambahkan air dan diaduk selama 3 menit dengan kecepatan sedang. Setelah tercampur, adonan didiamkan selama 10 menit pada suhu kamar.

Adonan ditimbang menjadi tiga bagian masing-masing 120 g dicetak menjadi bola bundar dan didiamkan selama 10 menit, kemudian dicetak, di masukkan ke dalam wadah dan dipindahkan ke dalam lemari fermentasi selama 45 menit.

Adonan hasil fermentasi kemudian dipanggang dalam oven pada suhu 250° C selama 15-20 menit. Roti dari tepung umbi teratai bisa dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2. Roti dengan formulasi 10% tepung umbi teratai (*Nymphaea lotus*).
Sumber: Ibrahim (2007)

Bab 5

Penutup

Berdasarkan uraian dari bab-bab sebelumnya dapat disarikan bahwa semua bagian dari tanaman teratai terutama dari jenis *Nymphaea pubescens* Willd dapat dikonsumsi, seperti bagian bunga dan batang bunga, umbi, rimpang dan biji. Bagian bunga dan batang bunga dibuat sayur, umbi dijadikan makanan selingan demikian juga dengan biji. Bagian bunga kaya akan antioksidan, demikian pula umbi dan biji. Selain mengandung karbohidrat sebagai komponen utamanya, biji dan umbi juga mengandung komponen fitokimia seperti alkaloid, tannin, flavonoid, fenolik, triterpenoid, dan saponin. Adanya komponen fitokimia tersebut menjadikan tanaman teratai tidak hanya dapat dimanfaatkan sebagai bahan pangan juga dapat dijadikan sebagai pangan fungsional, seperti pencegah diare dan sebagai makanan selingan bagi penderita diabetes. Agar bisa berfungsi sebagai pangan fungsional, yang menjadi perhatian adalah komponen aktif tersebut tidak banyak mengalami perubahan atau kerusakan selama proses penanganan dan pengolahan. Pengolahan yang masih dapat mempertahankan aktivitas dari senyawa aktif dari biji teratai salah satunya adalah produk berondong. Pemanfaatan biji teratai dengan mengolahnya menjadi tepung, sebaiknya semua bagian biji (tanpa kulit luar) dihaluskan menjadi tepung atau tidak ada bagian dari biji yang terbuang.

DAFTAR PUSTAKA

- Adzu, B., Amos, S., Amizan, M.B. and Gamaniel, K. (2003) Evaluation of the antidiarrhoeal effects of *Zizyphus spinachristi* in rats. *Acta Tropica* 87: 245-250
- Aguwa, C.N. and Lawal, A.M. (1988) Pharmacologic studies on the active principles of *Calliandra portoricensis* leaf extracts. *J. Ethnopharmacology*, 22: 63-71
- Aliyu, M., Atiku, M. K., Abdullahi, N., Imam, A. A. and Kankara, I.A. (2018) Evaluation of In vitro Antioxidant Potentials of *Nymphaea lotus* and *Nymphaea pubescens* Seed Oils. *International Journal of Biochemistry Research & Review*, 24(1): 1-8
- Aliyu, M., Atiku, M. K., Abdullahi, N., Zaharaddeen, A., and Imam, A.A. (2017) Comparative Evaluation of Nutritional Qualities of *Nymphaea lotus* and *Nymphaea pubescens* Seeds. *International Journal of Biochemistry Research & Review*, 19(3): 1-10
- Aniagu, S.O., Binda, L.G., Nwinyi, F.C., Orisadipe, A. (2005) Anti-diarrhoeal and ulcer-protective effects of the aqueous root extract of *Guiera senegalensis* in rodents. *J. Ethnopharmacology*, 97: 549-554
- Atta, A.H. and Mouneir, S.M. (2004) Antidiarrhoeal activity of some Egyptian medicinal plant extracts. *J. Ethnopharmacology*, 92: 303-309
- Borsch, T., Hilu, K.W., Wiersema, J.H., Löhne, C., Barthlott, W. and Wilde, V. (2007). Phylogeny of *Nymphaea* (Nymphaeaceae): Evidence from Substitutions and Microstructural Changes in the Chloroplast trnT - trnF Region. *International Journal of Plant Sciences*, 168(5): 639-671

- Chen, I., Manchester, S.R. and Chen, Z. (2004) Anatomically Preserved Seeds of Nuphar (Nymphaeaceae) from the Early Eocene of Wutu, Shandong Province, China. *American Journal of Botany*, 91(8): 1265-1272.
- Collinson, M. E. (1980) Recent and Tertiary seeds of the Nymphaeaceae sensu lato with a revision of *Brasenia ovula* (Brong.) Reid and Chandler. *Annals of Botany* 46: 603-632.
- Ellya, H., Mulyawan, R. dan Ismuhajarah, B.N. (2019) Perbandingan *Nymphaea nouchali* dan *Nymphaea pubescens* Berdasarkan Morfologi Daun. Prosiding Seminar Nasional PERHORTI 2019, 346-349.
- Fitrial, Y. 2009. "Analisis potensi biji dan umbi teratai (*Nymphaea pubescens* Willd) untuk pangan fungsional prebiotik dan antibakteri *Escherichia coli* enteropatogenik K1. 1". Disertasi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- _____. (2011) Aktivitas antibakteri ekstrak etil asetat biji teratai (*Nymphaea pubescens* Willd) akibat pemanasan. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia* 14 (1)
- Fitrial, Y. dan Khairina, R. (2011) *Teratai, Aspek Gizi, Potensi dan Pemanfaatannya sebagai Pangan Fungsional*. Yogyakarta: Eja Publisher.
- Fitrial, Y., Astawan, M., Soekarto, S., Wiryawan, K. dan Wresdiyati, T. (2012) Potensi biji dan ekstrak biji teratai (*Nymphaea pubescens* Willd) sebagai pencegah diare pada tikus percobaan yang diintervensi *E. coli* enteropatogenik. *Agritech* 32 (3).
- Fitrial, Y., Astawan, M., Soekarto, S., Wiryawan, K., Wresdiyati, T. dan Khairina, R. (2010) Kajian aktivitas antimikroba umbi teratai (*Nymphaea pubescens* Willd) yang berasal dari Kalimantan Selatan. Prosiding Seminar Nasional 2010: Peran Keamanan Pangan Produk Unggulan Daerah dalam

- Menunjang Ketahanan Pangan dan Menekan Laju Inflasi, Purwokerto 8-9 Oktober 2010. ISBN 978-602-98156-0-3.
- Fitrial, Y., Kuntorini, E.M. dan Astuti, M.D. (2015) Berondong biji teratai; nilai gizi dan kandungan fitokimia. Prosiding Seminar Nasional: Strategi Pemanfaatan Lahan Rawa dalam Mendukung Kedaulatan pangan. ISBN:978-602-71393-2-9.
- Fitrial, Y., Khairina, R., Oktavianti, I.K. (2012) Aktivitas biologis tepung biji teratai pramasak sebagai produk pangan pencegah diare. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia* 15 (2):136-147
- Gruiz, K. (1996) Fungitoxic Activity of Saponins: Practical Use and Fundamental Principles. Di dalam: A. S. Naidu. (ed). 2000. *Natural Food Antimicrobial Systems*. USA: CRC Press.
- Harborne, J.B. (1987) *Metode Fitokimia: Penuntun Cara Modern Menganalisis Tumbuhan*. Ed ke-2. Padmawinata K & Soediro I, penerjemah; Bandung: Penerbit ITB Bandung. Terjemahan dari: Phytochemical Methods.
- Holm, J., Bjorek, I., Asp, N.G., Sjöberg, L.B. and Lundquist, I. (1985) Starch availability in vitro and in vivo after flaking, steam-cooking and popping of wheat. *J. Cereal Science* 3(3):193-206
- Ibrahim, K.I.B. (2007) "Properties of Soutab (*Nymphaea lotus*) tubers flour and it's utilization with wheat flour for bread making". A Dissertation-Department of Food Science and Technology Faculty of Agriculture University of Khartoum June
- Ismuhajarah, B.N., Noor, S. dan Erhaka, M.E. (2016) Perbandingan Morfologi dan Biologi Bunga pada Dua Spesies Teratai (*Nymphaea*) di Kabupaten Banjar, Kalimantan Selatan. Prosiding Seminar Nasional Lahan Basah Tahun 2016 Jilid 3: 896-900.

- Khairina, R. dan Fitriah, Y. (2002) Produksi dan Kandungan Gizi Biji Teratai (*Nymphae pubescens* Wild) Tanaman Air yang Terdapat di Hulu Sungai Utara. *Jurnal Ilmiah Fakultas Pertanian*, UNLAM. 77-88
- Latowski, K., Toma, C., Dąbrowska, M. and Zviedre, E. (2014) Taxonomic features of fruits and seeds of *Nymphaea* and *Nuphar* taxa of the Southern Baltic region. *Limnol. Rev.* (2014) 14,2: 83-91
- Les, D.H. (2002) *Nymphaeales*. *ENCYCLOPEDIA OF LIFE SCIENCES*. John Wiley & Sons, Ltd. www.els.net. p1-3.
- Mandal, R.N., Saha, G.S. and Sarangi, N. (2010) Harvest and processing of Makhana (*Euryale ferox* Salisb.)-An unique assemblage of Traditional Knowledge. *Indian Journal of Traditional Knowledge* 9(4):684-688.
- Meskin, M. S., Bidlack, W. R., Davies, A. J., Omaye, S. T. (2002) *Phytochemicals in Nutrition and Health*. London New York: CRC Press.
- Mukhopadhyay, M. (2000) *Natural Extracts Using Supercritical Carbon Dioxide*. New York: CRC Press, London.
- Naidu, A.S., Bidlack, W.R., Crecelius, A.T. (2000) Flavonoids. Di dalam: Naidu AS. *Natural Food Antimicrobial System*. New York: CRC Press.
- Nizam, N. and Arampath, P.C. (2016) Development of Olu (*Nymphaea pubescens* Willd) Seed Flour Incorporated Cookies and Determination of Organoleptic Properties. *Tropical Agricultural Research* 27 (4): 420-426
- Nyman, M., Björck, I., Håkansson, B. and Asp, N.G. (1987) Popping of whole-grain wheat: Effect on dietary fibre degradation in the rat intestinal tract. *J. Cereal Science* 5(1):67-72
- Otshudi, L.A., Verduyck, A. and Foriers, A. (2000) Contribution to the ethnobotanical, phytochemical and pharmacological studies of traditionally used medicinal plants in the

- treatment of dysentery and diarrhoea in Lomela area, Democratic Republic of Congo (DRC). *J. Ethnopharmacology*, 71: 411-423
- Parimala, M. and Shoba, F. G. (2013) Phytochemical analysis and in vitro antioxidant activity of hydroalcoholic seed extract of *Nymphaea nouchali* Burm. F. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine* 3(11): 887-895
- Parimala, M. and Shoba, F. G. (2014) In vitro antimicrobial activity and HPTLC analysis of hydroalcoholic seed extract of *Nymphaea nouchali* Burm. f. *BMC Complementary and Alternative Medicine* 14():361-369
- Pattikawa, A.B., Suparno, A., dan Prabawardani, S. (2012) Analisis nutrisi umbi ubi jalar (*Ipomoea Batatas* (L.) Lam.) untuk konsumsi bayi dan anak-anak suku Dani di Distrik Kurulu Kabupaten Jayawijaya. *Jurnal AGROTEK* 3(2):30-36.
- Payne, F. A., Taraba, J. L. and Saputra A. D. (1989) Review of Puffing Processes for Expansion of Biological Products. *Journal of Food Engineering* 10. 183-197
- Robinson. (1995) Phyto-chemistry in Plants. Di dalam Naidu, A. S. (ed). 2000. *Natural Food Microbial Systems*. USA: CRC Press.
- Roy, D.Kr., Talukdar A.D., Choudhury. M.D., and Sinha, B.Kr. 2013. Less Known Uses of *Nymphaea* Spp. (Nymphaeaceae) as the Traditional Food Item (*Vhet-Laddu*) in Northeast India. *International Journal of Food, Agriculture and Veterinary Sciences* 3 (2): 82-87
- Shashika Kumudumali Guruge D.P.G. (2014) Diversity of *Nymphaea* L species (water lilies) in Sri Lanka. *Sciscitator* Vol.1: 3-4
- Singh, M. and Jain, A.P. (2017) A Review on Genus *Nymphaea*: Multi-Potential Medicinal Plant. *Asian Journal of Pharmaceutical Education and Research* 6(4): 1-9

Yamada, T., Imaichi, R. and Kato, M. (2001) Developmental morphology of ovules and seeds of Nymphaeales. *American Journal of Botany*, 88: 963–974

Zablotowicz, R. M., Hoagland, R. E. and Wagner, S. C. (1996) Effect of Saponin on The Growth and Activity of Rizosphere Bacteria. Di dalam Naidu, A. S. (ed). 2000. *Natural Food Microbial Systems*. USA: CRC Press.

Zeuthen, P. and Sorensen, L. B. (2003) *Food Preservation Techniques*. Cambridge England: CRC Press.

<https://kbbi.kemdikbud.go.id/>

<https://www.ohlilysnacks.com/blogs/lifestyle/the-health-benefits-of-water-lily-seeds>

-oo00oo-

GLOSARIUM

Aksila	= sudut antara tangkai daun dan batang tempat tunas tumbuh; ketiak daun.
Angiosperm	= angiosperma
Aril	= selaput biji yang berdaging, terbentuk dari ovum, bukan dari ovarium.
Asam amino esensial	= asam amino yang tidak dapat disintesis dalam tubuh manusia, tetapi diperlukan oleh manusia.
Benang sari	= sporofil jantan dalam bunga dan merupakan organ yang menghasilkan serbuk sari, umumnya terdiri atas kepala sari dengan atau kadang-kadang tanpa tangkai sari.
Berondong	= butir-butir jagung yang digoreng tanpa minyak atau dengan sedikit minyak sehingga mengembang dan pecah
Diare	= penyakit dengan gejala berak-berak; mencret.
Disentri	= penyakit radang selaput lendir usus besar dengan gejala utama berupa berak-berak bercampur lendir
Dispepsia	= berkurangnya daya atau fungsi pencernaan; penyakit nyeri lambung
Ekstrusi	= suatu satuan proses yang memaksa bahan mengalir pada suatu ruangan yang sempit dan kemudian melalui bukaan yang sempit sehingga bahan mengalami beberapa satuan proses sekaligus, meliputi proses

- pencampuran, pengadukan, pemasakan, pengadonan, pembentukan, pengembangan atau pengeringan. Proses ini memberikan tekanan dan panas pada suatu bahan dengan kadar air tertentu sehingga produk masakan keluar melalui lubang kecil dengan bentuk dan ukuran tertentu.
- Endosperm** = **endosperma** = bagian terbesar dari biji yang dapat dimakan dan dapat dibuat tepung. Bahan ini bebas dari bahan yang tidak dapat dicerna dan kandungan patinya tinggi.
- Hilum** = pusar biji berupa lampang bekas tempat pelekatan tali pusar
- Karpel** = daun buah
- Kolik** = rasa nyeri yang amat sangat yang hilang dan timbul di daerah usus atau sekitarnya, seperti kolik batu empedu, kolik karena masuk angin, dan kolik bawasir
- Kultivar** = varietas tanaman yang dibudidayakan, mempunyai sifat-sifat yang mantap dan dibedakan dari varietas lainnya secara khas, berdasarkan bentuk, rasa, warna, ketahanan pada penyakit, atau sifat lainnya
- Mordan** = pengikat zat warna agar tidak melarut dalam air atau kelembapan
- MUFA** = *mono unsaturated fatty acid* = asam lemak tidak jenuh tunggal, mengandung satu

	atom karbon yang berikatan ganda sehingga hanya mengikat satu atom hidrogen.
Pedicellus	= pedisel = tangkai atau penyuluran yang berfungsi sebagai alat yang melekat pada suatu objek
PUFA	= <i>polyunsaturated fatty acid</i> = asam lemak tidak jenuh jamak, mengandung lebih dari satu atom karbon yang berikatan ganda.
Putik	= satuan ginesium yang terdiri atas bakal buah, tangkai putik, dan kepala putik; bakal buah;
Rimpang	= umbi (akar) yang bercabang-cabang seperti jari.
SFA	= <i>saturated fatty acid</i> = asam lemak jenuh, disusun oleh rantai karbon penyusunnya yang berikatan tunggal atau mengikat dua atom hidrogen.
Soliter	= secara menyendiri atau sepasang-sepasang, tidak secara kelompok (tentang pola hidup organisme di alam)
Sklereid	= sel yang umumnya berukuran pendek, dinding sekunder berlignin, dan berceruk
Testa	= selaput yang melindungi embrio tumbuhan berbiji dan berfungsi sebagai kulit biji

PROFIL PENULIS



Yuspihana Fitriah lahir di Banjarmasin pada 15 Oktober 1969. Beliau lulus dari SMPN 2 Banjarmasin dan SMAN 2 Banjarmasin. Beliau memperoleh gelar sarjana dari Fakultas Perikanan IPB tahun 1993 dan S-2 di Program Studi Ilmu Pangan IPB tahun 2000, lalu pada tahun 2009 menyelesaikan S-3 di Program Studi Ilmu Pangan IPB. Sejak tahun 1994 hingga sekarang beliau merupakan staf pengajar di Fakultas Perikanan Jurusan Pengolahan Hasil Perikanan, Program Studi Teknologi Hasil Perikanan, Universitas Lambung Mangkurat. Buku dengan judul *Ragam Pengolahan Teratai* ini merupakan buku ketiga penulis yang merupakan hasil penelitian tim. Harapan penulis buku ini dapat membuka wawasan pembaca tentang manfaat teratai, sebagai bahan pangan terkhusus sebagai pangan fungsional.



Iin Khusnul Khotimah, S.Pi., M.P. lahir di Martapura pada tanggal 20 Agustus 1968. Penulis menyelesaikan S-1 pada Jurusan Pengolahan Hasil Perikanan Program Studi Teknologi Hasil Perikanan Fakultas Perikanan Universitas Lambung Mangkurat tahun 1993 dan menyelesaikan S-2 pada Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan Universitas Gadjah Mada Yogyakarta pada tahun 2001. Penulis menjadi staf pengajar di Program Studi Teknologi Hasil Perikanan sejak tahun 1997 hingga sekarang.



Dr. dr. Ika Kustiyah Oktaviyanti, M.Kes., Sp.P.A.

lahir di Banjarmasin pada 12 Oktober 1968. Beliau mengenyam pendidikan program sarjana dan profesi dokter di Universitas Diponegoro dari tahun 1987 sampai dengan 1994. Sejak tahun 2000 sampai 2004 beliau kembali menuntut pendidikan di Universitas Diponegoro dalam Program Magister Ilmu Biomedik dan Program Pendidikan Dokter Spesialis Patologi Anatomi. Pada tahun 2008 beliau memulai pendidikan Program Doktor Ilmu Biomedik di Universitas Brawijaya dan lulus pada tahun 2012. Beliau mengabdikan diri sebagai dosen Fakultas Kedokteran Universitas Lambung Mangkurat dari tahun 1997 sampai sekarang sebagai dosen mata kuliah Patologi Anatomi di Departemen Biomedik. Selain itu beliau juga mengabdikan diri sebagai dokter spesialis patologi anatomi di RSUD Ulin Banjarmasin sejak tahun 2005 sampai dengan sekarang. Dalam pengalaman menulis, beliau telah menghasilkan 3 buah buku yaitu *Kapita Selekta Mandiri dan Nutrisi* (2017), *Genistein Glycine Max (Kedelai) dan Perbaikan Atrofi Vagina Pasca Menopause* (2020), serta *Covid-19: Tinjauan Multidisiplin Kedokteran* (2021).