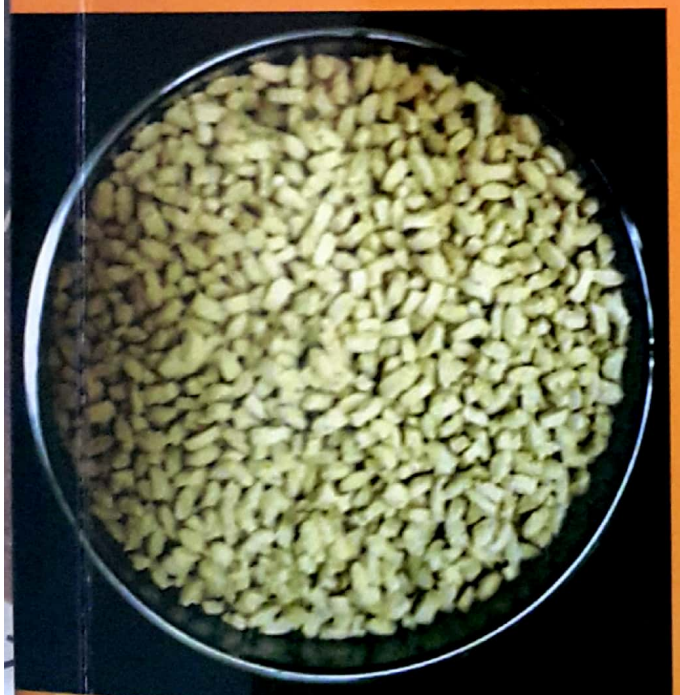
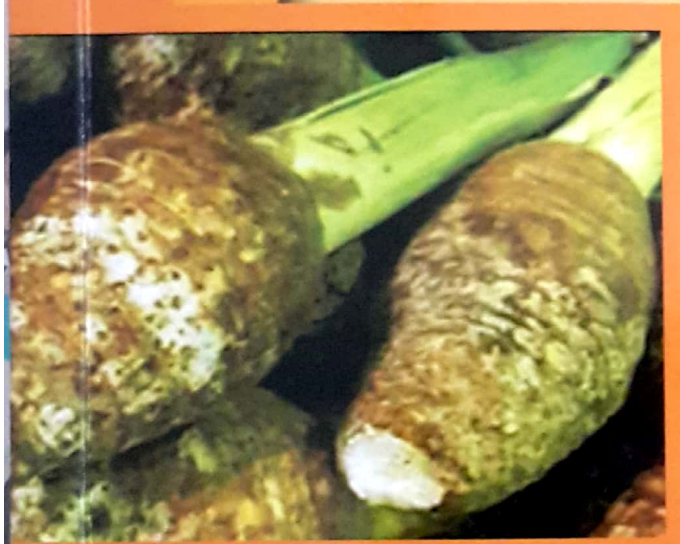


BERAS ANALOG SUPER

**Prof. Dr. Ir. YS. Darmanto, MSc
Putut Har Riyadi, S.Pi, M.Si
drh. Siti Susanti, PhD**



BUKU MONOGRAF

Beras Analog Super

Prof. Dr. Ir. YS Darmanto, M.Sc

Putut Har Riyadi, S.Pi, M.Si

drh. Siti Susanti, Ph.D

ISBN : 978-979-097-441-8

Cetakan I : Januari 2017



Diterbitkan oleh :

Undip Press

Semarang

Hak cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mencetak dan menerbitkan sebagian atau seluruh isi buku ini dengan cara dan dalam bentuk apapun tanpa seijin penulis dan penerbit

Kata Pengantar

Pemanfaatan limbah industri perikanan seperti tulang ikan, kulit, duri dan sisik ikan diolah menjadi Kolagen ternyata sangat banyak manfaatnya dalam bidang kedokteran, farmasi dan ilmu pangan. Karena kolagen merupakan protein yang terdiri dari asam – asam amino yang sangat unik yang didominasi oleh asam amino glisin, prolin dan hidroksi prolin sehingga menarik untuk dikembangkan dalam berbagai ilmu pengetahuan.

Tujuan penyusunan buku ini mencoba mengkombinasikan berbagai bahan tepung talas, tepung rumput laut dan tepung kolagen dari berbagai jenis tulang ikan melalui teknologi ekstrusi menjadi beras tiruan yang mempunyai komponen rendah kalori, rendah gula, rendah karbohidrat, kaya serat pangan, kaya serat kasar, mempunyai vitamin dan mineral yang cukup memadai. Dengan harapan buku ini berguna bagi mahasiswa dan masyarakat umum khususnya yang terkena penyakit diabetes.

Buku ini merupakan bagian dari penelitian skim “Research Professorship Program” yang didanai oleh PNPB DIPA Universitas Diponegoro Nomor SP: DIPA-042-01.2.400898/2016, dilaksanakan oleh Tim yang mempunyai bidang keahlian dan kompetensi masing-masing. Pada

kesempatan ini Ketua tim mengucapkan terima kasih kepada Rektor Universitas Diponegoro yang telah mensupport dana dan semua pihak yang membantu mulai persiapan, pelaksanaan penelitian dan penyusunan buku ini. Semoga buku ini bermanfaat bagi para pembaca.

Semarang, Januari 2017

Ketua Tim Peneliti

Daftar Isi

Kata Pengantar	
Daftar Isi.....	
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1. Krisis Pangan Global	
1.2. Ketahanan Pangan	
1.3. Beras Padi.....	
1.4. Konsumsi Beras.....	
1.5. Impor Beras	
1.6. Permasalahan Beras di Indonesia.....	
1.7. Pertanyaan	
BAB 2 BERAS ANALOG	
2.1. Diversifikasi Pangan	
2.2. Beras Analog	
2.3. Gliserol Mono Sterat (GMS).....	
2.4. Ekstrusi.....	
2.5. Amilosa	
2.6. Pertanyaan	
BAB 3 UBI-UBIAN	
3.1. Umbi Garut (<i>Maranta arundinaceae</i> , L)	
3.2. Ubi Talas	
3.2.1. Tepung Talas	
3.3. Tepung Mocaf	
3.4. Ubi Jalar	
3.4.1. Sejarah	
3.4.2. Varietas.....	
3.4.3. Manfaat Ubi Jalar	
3.4.4. Industri Ubi Jalar di Indonesia	
3.4.5. Produksi Ubi di Indonesia	

3.4.6. Produktivitas Ubi di Indonesia	
3.5. Pertanyaan	

BAB 4 RUMPUT LAUT	
4.1. Potensi Rumput Laut	
4.2. Jenis Rumput Laut	
4.3. Pengeringan dan Penepungan Rumput Laut	
4.4. Komposisi Kimia 3 Jenis Tepung Rumput Laut	
4.5. Serat.....	
4.6. Serat Pangan	
4.7. Serat Kasar	
4.8. Anjuran Kebutuhan Serat	
4.9. Hubungan Serat Rumput Laut terhadap Obesitas dan Diabetes	
4.10. Pertanyaan	

BAB 5 KOLAGEN	
5.1. Pengertian Kolagen	
5.2. Manfaat Kolagen	
5.2.1. Kolagen sebagai Bahan Obat	
5.2.2. Kolagen sebagai Bahan Kosmetik.....	
5.2.3. Kolagen sebagai Bahan Tambahan Industri Pangan	
5.3. Karakteristik Kolagen Tulang Ikan	
5.4. Preparasi Kolagen Tulang Ikan	
5.4.1. Degreasing.....	
5.4.2. Pengeringan Tulang.....	
5.4.3. Demineralisasi	
5.4.4. Penetralan pH	
5.4.5. Pengeringan dan Penggilingan	
5.5. Kolagen Ikan Pari	
5.6. Kolagen Ikan Bandeng	
5.7. Kolagen Ikan Kakap	
5.8. Kolagen Ikan Lele	

5.9. Pertanyaan

BAB 6 BERAS ANALOG SUPER

6.1. Beras Analog Super

6.2. Analisa Proksimat

6.3 Kadar Amilosa.....

6.4. Serat Pangan

6.5. Ukuran Partikel

6.6. Analisa Hedonik.....

6.7. Analisa Asam Amino

6.8. Daya Serap Air Beras Analog

6.9. Nilai Indeks Glikemik Beras Analog

6.10. Pertanyaan

Daftar Pustaka

BAB 1

Pendahuluan

1.1. Krisis Pangan Global

Dalam beberapa tahun belakangan ini, masalah ketahanan pangan menjadi isu penting di Indonesia, dan dalam setahun belakangan ini dunia juga mulai dilanda oleh krisis pangan. Menurut Sunday Herald (12/3/2008), krisis pangan kali ini menjadi krisis global terbesar abad ke-21, yang menimpa 36 negara di dunia, termasuk Indonesia. Santosa (2008) mencatat dari pemberitaan di Kompas (21/1/2007) bahwa akibat stok yang terbatas, harga dari berbagai komoditas pangan tahun 2008 ini akan menembus *level* yang sangat mengkhawatirkan. Harga seluruh pangan diperkirakan tahun ini akan meningkat sampai 75% dibandingkan tahun 2000; beberapa komoditas bahkan harganya diperkirakan akan mengalami kenaikan sampai 200%. Harga jagung akan mencapai rekor tertinggi dalam 11 tahun terakhir, kedelai dalam 35 tahun terakhir, dan gandum sepanjang sejarah.

Ada yang berpendapat bahwa krisis pangan global sekarang ini adalah hasil dari kesalahan kebijakan dari lembaga-lembaga dunia seperti Bank Dunia dan IMF (Dana Moneter Internasional) dan juga kesalahan kebijakan dari banyak negara di dunia,

termasuk negara-negara yang secara potensi adalah negara besar penghasil beras seperti Indonesia, India dan China. Schutter, misalnya, ketua FAO (badan PBB yang menangani pangan dan pertanian) mengatakan bahwa Bank Dunia dan IMF menyepelkan pentingnya investasi di sektor pertanian. Salah satu contohnya adalah desakan dari kedua badan dunia ini kepada negara-negara berkembang, termasuk Indonesia, untuk menghasilkan komoditas berorientasi ekspor, terutama manufaktur, dengan mengabaikan ketahanan pangan.

Saran atau desakan ini juga diberikan oleh IMF kepada pemerintah Indonesia pada masa Soeharto, dan bahkan dipaksakan setelah krisis ekonomi 1997/98, yakni mengurangi secara drastis peran Bulog. Akibatnya, terjadi kekacauan manajemen pangan karena semuanya diserahkan kepada sektor swasta. Walaupun belum ada bukti secara ilmiah bahwa mengecilnya peran Bulog dalam era pasca krisis sekarang ini menjadi penyebab utama lemahnya ketahanan pangan di Indonesia, namun sudah pasti bahwa reformasi Bulog.

Selain hasil kebijakan yang salah seperti yang disebut di atas, krisis pangan global saat ini, yang mengakibatkan naiknya harga beras (beras putih Thailand 100% kualitas B) secara signifikan di pasar dunia, dari 203 dollar AS/ton pada 3 Januari 2004 ke 375 dollar AS/ton pada 3 Januari 2008 dan mencapai 1000 dollar AS/ton pada 24 April 2008, juga disebabkan oleh peningkatan

permintaan beras yang sangat pesat di Brasilia, Rusia, China dan India, yang penduduknya secara total mencapai 2,9 miliar orang atau hampir setengah dari jumlah penduduk dunia. Selain itu, ulah spekulasi di pasar komoditas pertanian (termasuk beras) dan konversi biji-bijian ke *biofuel* juga sering disebut-sebut sebagai penyebab kurangnya stok pangan dipasar dunia untuk konsumsi akhir.

Inti dari masalah krisis pangan global saat ini memang karena terjadinya kelebihan permintaan, sementara itu pada waktu yang bersamaan, suplai atau stok di pasar dunia sangat terbatas atau cenderung menurun terus. Hasil kajian dari Organisasi Kerja Sama Ekonomi dan Pembangunan (OECD), atau yang umum dikenal sebagai klub-nya negara-negara industri maju, dan FAO (OECD & FAO, 2007), menunjukkan bahwa menurunnya suplai dan stok pangan dan dampak dari perubahan iklim global, di satu sisi, serta peningkatan yang sangat pesat di pasar dunia tidak hanya menaikkan harga komoditas tetapi juga membuat perubahan struktur perdagangan komoditas pertanian secara global.

1.2. Ketahanan Pangan

Ketahanan pangan merupakan hal yang sangat penting dan strategis, mengingat pangan merupakan kebutuhan dasar manusia. Pembangunan ketahanan pangan di Indonesia ditegaskan dalam Undang-Undang Pangan Nomor 7 Tahun 1995 tentang Pangan dan

PP nomor 68 Tahun 2002 tentang Ketahanan Pangan. Ketahanan pangan adalah kondisi pemenuhan kebutuhan pangan bagi rumah tangga yang tercermin dari ketersediaan pangan yang cukup, baik jumlah dan mutunya, aman, merata serta terjangkau (BBKP 2003). Martianto dan Ariani (2004) menunjukkan bahwa jumlah proporsi rumah tangga yang defisit energi pangan di setiap provinsi masih tinggi. Berkaitan dengan hal itu, diversifikasi pangan menjadi salah satu pilar utama dalam mewujudkan ketahanan pangan.

Ketahanan pangan menjadi persoalan penting terkait dengan perubahan iklim global dan pertumbuhan penduduk dunia. Sebagai negara dengan jumlah penduduk terbesar keempat di dunia ketahanan pangan menjadi tantangan tersendiri bagi Indonesia terutama terkait penyediaan dan stabilitas harga. Setiap warga negara berhak atas tercukupinya pangan dengan harga yang terjangkau, oleh karena itu oleh karena itu menjadi tugas pemerintah untuk menetapkan kebijakan yang dapat menjamin kecukupan dan keterjangkauan pangan bagi seluruh masyarakat dan swasembada pangan menjadi kunci bagi pencapaian ketahanan pangan.

Diversifikasi pangan adalah penganekaragaman jenis pangan untuk meningkatkan mutu gizi makanan rakyat, baik secara kualitas maupun kuantitas. Tujuan diversifikasi konsumsi pangan dalam penerapannya lebih ditekankan sebagai usaha untuk

menurunkan tingkat konsumsi beras karena hingga saat ini beras masih dianggap sebagai makanan pokok masyarakat Indonesia (Martianto 2005). Tingkat produksi beras dari tahun ke tahun menurun, seperti yang dikemukakan oleh Chairil (2011) bahwa pada Tahun 2010 berdasarkan Angka Ramalan III (ARAM III) yang diterbitkan BPS, produksi padi diperkirakan mencapai 65.98 juta ton atau naik 2.46 persen dibanding tahun 2009.

Kenaikan produksi Tahun 2010 ini jauh di bawah tingkat kenaikan produksi berturut-turut dalam tiga tahun sebelumnya, sehingga tidak mengimbangi kebutuhan beras Indonesia saat ini. Tingkat konsumsi beras masyarakat Indonesia sangat tinggi yakni mencapai 139 kg per kapita per tahun, sedangkan negara-negara Asia lainnya tidak lebih dari 100 kg per kapita per tahun. Dengan demikian, total permintaan beras Indonesia menjadi sangat besar mengingat jumlah penduduknya lebih dari 230 juta jiwa. Selain itu, daya beli masyarakat Indonesia pun menurun. Maka diversifikasi pangan sangat diperlukan untuk menurunkan ketergantungan masyarakat pada beras.

Pada saat ini, kenyataannya adalah masyarakat Indonesia masih sangat bergantung pada beras padi. Merubah perilaku masyarakat dalam mengkonsumsi beras padi tidaklah mudah, perlu dipelajari terlebih dahulu bagaimana sikap masyarakat terhadap bahan pangan pokok beras padi dan bahan pangan pokok non beras padi. Hal tersebut karena sikap sangat mempengaruhi perilaku

seseorang. Menurut Sarwono dalam Sianturi (2007), pada sikap yang positif cenderung tindakannya adalah mendekati, menyenangkan, dan mengharapkan pada objek tersebut, sedangkan pada sikap negatif terdapat kecenderungan untuk menjauhi, menghindari, membenci, dan tidak menyukai objek tersebut. Jika sikap masyarakat terhadap suatu bahan pangan negatif, akan cenderung sulit untuk mengharapkan masyarakat memiliki perilaku mengkonsumsi bahan pangan tersebut. Jadi dapat diduga bahwa diversifikasi pangan belum optimal dilakukan masyarakat salah satunya disebabkan karena adanya sikap yang negatif terhadap bahan pangan pengganti beras padi.

1.3. Beras Padi

Beras Padi1 (*Oryza sativa*) adalah bagian bulir padi (gabah) yang telah dipisah dari sekam. Sekam (Jawa merang) secara anatomi disebut 'palea' (bagian yang ditutupi) dan 'lemma' (bagian yang menutupi). Beras dimanfaatkan terutama untuk diolah menjadi nasi, makanan pokok terpenting warga dunia. Beras juga digunakan sebagai bahan pembuat berbagai macam makanan dan kue-kue yang utamanya berasal dari ketan, termasuk pula untuk dijadikan tapai. Selain itu, beras merupakan komponen penting bagi jamu beras kencur dan param. Minuman yang populer dari olahan beras adalah arak dan air tajin. Pada bidang industri pangan, beras diolah menjadi tepung beras. Sosohan beras (lapisan aleuron),

yang memiliki kandungan gizi tinggi, diolah menjadi tepung bekatul (rice bran). Bagian embrio juga diolah menjadi suplemen makanan dengan sebutan tepung mata beras. Beras juga dijadikan sebagai salah satu sumber pangan bebas gluten dalam bentuk berondong untuk diet.

Indonesia mencapai swasembada beras pada tahun 1984. Status ini merupakan kehormatan dan kebanggaan negara di tingkat dunia, namun yang menjadi masalah adalah seberapa besar kebanggaan tingkat negara ini menjadi kebanggaan di tingkat petani. Hal tersebut karena pada kenyataannya hingga tahun 2001 sekitar 70 persen petani padi (termasuk petani kecil dan buruh tani) termasuk golongan masyarakat miskin (Suryana dalam Tarigan 2003). Swasembada beras kini benar-benar telah membuat masyarakat Indonesia sangat bergantung dalam mengkonsumsi beras. Beras telah membudaya sehingga sulit untuk mengalihkan ke bahan pangan lainnya, sedangkan ketersediaan beras mulai tidak mencukupi.

Oleh karena jenis makanan pokok keluarga merupakan bentuk konkrit dari sebuah budaya maka proses perubahannya hanya bisa berlangsung dalam jangka waktu yang panjang. Ada indikasi bahwa beras dikonstruksikan sebagai makanan yang enak dan melambangkan status sosial yang lebih baik. Ini bisa dilihat pada masyarakat pedesaan di Jawa, yang mengkonsumsi gaplek atau jagung jika dan hanya jika ketersediaan beras terbatas (tidak

tersedia di wilayah atau rumahtangga tidak mampu membelinya). Hal yang sama terjadi di Maluku, hampir tidak ditemukan rumahtangga yang mengkonsumsi sagu sebagai makanan pokok. Sarapan pagi dengan papeda menjadi momen yang langka, padahal agroekosistem yang memungkinkan untuk ditanami padi sangat terbatas (Tarigan 2003).

1.4. Konsumsi Beras

Kebutuhan pangan, sektor pertanian digunakan untuk memproduksi beras yang merupakan makanan pokok warga negara Indonesia secara umum. Nasi di masyarakat Indonesia juga dianggap sebagai suatu prestise. Fenomena yang berkembang di masyarakat kita, mereka yang mengkonsumsi makanan pokok selain beras kerap kali diidentikkan dengan golongan masyarakat yang serba kekurangan (Kusmiadi, 2012)Produksi beras dalam negeri diharapkan dapat memenuhi semua kebutuhan masyarakat Indonesia karena dengan berhasilnya pemenuhan beras dalam negeri berarti pemerintah tidak memerlukan tindakan untuk mengimpor beras dari negara lain. Akan tetapi dalam kenyataannya, Indonesia dalam pemenuhan kebutuhan beras masih bergantung pada impor beras dari negara lain. Hal tersebut dilakukan pemerintah untuk mencukupi kebutuhan pangan di Indonesia dan juga untuk menjaga cadangan persediaan stok beras

yang ada di Indonesia. Stok cadangan beras nasional memang harus ada. Cina saja menetapkan cadangan stok beras itu 30 persen.

Saat ini cadangan yang kita miliki sudah mencapai 2 juta ton. Target kita sebanyak 3 juta ton. Itu sesuai dengan kebutuhan secara nasional sebanyak 36 juta ton per tahun. Konsumsi beras masyarakat Indonesia dapat dikatakan tinggi karena setiap orang di Indonesia mengkonsumsi beras setiap tahun sebesar 139,5 kg. Konsumsi beras Indonesia lebih besar dua kali lipat konsumsi beras dunia pada angka 60 kg per tahun. Konsumsi beras per kapita masyarakat Indonesia tersebut dapat diterima karena beras merupakan makanan pokok warga negara Indonesia (Hermanto, 2012). Hal yang dilakukan pemerintah untuk mencukupi kebutuhan beras dalam negerinya yaitu dengan cara mengimpor beras dari negara dengan penetapan bea masuk impor beras yang rendah.

1.5. Impor Beras

Beras yang merupakan salah satu produk dari pertanian belakangan ini mengalami banyak masalah dalam hal penyediaan stok untuk kebutuhan nasional. Oleh sebab itu pemerintah harus memberi perhatian penuh agar tidak menyebabkan krisis pangan di Indonesia. Konsumsi beras Indonesia yang semakin besar juga harus diimbangi oleh produksi beras yang akan dapat mencukupi kebutuhan nasional. Indonesia dalam menyediakan stok beras

nasional juga melakukan impor beras agar kebutuhan nasional terpenuhi.

Impor adalah arus masuk dari sejumlah barang dan jasa ke dalam pasar sebuah negara baik untuk keperluan konsumsi ataupun sebagai barang modal atau bahan baku produksi dalam negeri. Semakin besar impor, disatu sisi baik karena menyediakan kebutuhan rakyat negara itu akan produk atau jasa tersebut, namun sisi lainnya bisa mematikan produk dan jasa sejenis dalam negeri, dan yang paling mendasar menguras devisa negara yang bersangkutan (Larassati, 2007).

Tabel 1. Produksi, Impor, dan Konsumsi Beras Indonesia tahun 2007 – 2011

Tahun	Produksi Beras Per Tahun (ribu ton)	Konsumsi Beras Per Tahun (ribu ton)	Impor Beras Per Tahun (ribu ton)
2007	36.970	24.012	1406,8
2008	38.078	25.173,6	289,6
2009	40.656	24.530,4	250,4
2010	42.430	24.177,6	687,5
2011	41.320	24.686,4	2750,4

Sumber : Badan Pusat Statistik Tahun 2011

Dampak positif dari impor beras bagi Indonesia adalah terpenuhinya kebutuhan pangan indonesia sehingga tidak akan terjadi kekurangan stok pangan Indonesia. Impor beras juga dapat memacu para petani Indonesia untuk meningkatkan kualitas beras yang akan diproduksi sehingga petani Indonesia tidak akan menanam beras yang berkualitas rendah. Impor beras yang terjadi di

tengah produksi berlebih sekarang ini memiliki dampak negatif seperti berkurangnya devisa negara karena pengeluaran negara bertambah dari nilai impor beras tersebut, disinsentif terhadap petani karena pemerintah akan lebih memprioritaskan impor beras daripada memberikan insentif kepada para petani Indonesia, serta hilangnya sumber daya yang telah terpakai dan beras yang tidak dikonsumsi dan terserap oleh BULOG.

1.6. Permasalahan Beras di Indonesia

Akar permasalahan komoditas beras nasional sangat kompleks. Permasalahan ini bermula dari kebijakan Lembaga pemerintahan, Swasta bahkan petani beras itu sendiri. Beberapa permasalahan tersebut antara lain: minimnya anggaran sektor pertanian, pembagunan berbagai sektor pembangunan yang hanya terpusat di Pulau Jawa, alih fungsi lahan sawah, pertumbuhan penduduk yang terus meningkat, dan penggunaan pupuk anorganik secara .

Anggaran untuk sektor pertanian dari tahun ke tahun hanya dibawah 1% dari total anggaran nasional. Anggaran yang diberikan untuk sektor pertanian pada tahun 2011, 2012 dan 2013 secara berturut-turut adalah sebanyak 16,7 triliun, 18 triliun, dan 17,8 triliun (Anonim, 2013). Anggaran yang diberikan untuk sektor pertanian dari tahun ke tahun ini tidak pernah dapat meningkatkan angka produksi beras nasional secara signifikan dan cenderung

stagnan. Menurut data Badan Pusat Statistik, pada tahun 2012 hingga tahun 2013, produksi beras di Indonesia hanya meningkat sebesar dua juta ton dari 69 juta ton menjadi 71 juta ton dan mengalami penurunan produksi sebesar 1 juta ton pada tahun 2014.

Alasan lain mengapa anggaran sektor pertanian masih belum mencukupi yaitu ditandai dengan tidak adanya koreksi dalam rangka mengatasi kebocoran subsidi, seperti pupuk bagi petani. Hal itu menunjukkan minimnya anggaran negara guna meningkatkan kapasitas adaptasi petani terhadap perubahan iklim. Selain kebocoran subsidi pupuk, permasalahan yang paling terlihat adalah semakin meluasnya gagal tanam dan panen yang dialami petani.

Sentra produksi beras di Indonesia dinilai tidak merata. Berdasarkan data yang disajikan pada buku rencana pendahuluan jangka menengah nasional (RPJMN) bidang pangan dan pertanian 2015-2019, pada tahun 2012 sekitar 53% produksi beras di Indonesia berada di pulau Jawa, 23% di pulau Sumatera, 11% di pulau Sulawesi, 7% di pulau Kalimantan, 5% di pulau Nusa Tenggara, dan hanya 1% di Maluku dan Papua. Selain sektor pertanian, pulau Jawa juga mengalami kemajuan di sektor lain setiap tahunnya. Sentralisasi berbagai sektor pembangunan di pulau Jawa ini menyebabkan banyaknya lahan sawah yang dialih fungsikan menjadi sektor lain di pulau tersebut, seperti perumahan, industri, jalan, dan sektor-sektor lainnya (Rusono, 2014).

Alih fungsi lahan sawah di tanah air sulit dibendung. Luas lahan yang terkonversi tidak mampu diimbangi dengan ekstensifikasi melalui pembukaan sawah baru. Intensitas alih fungsi lahan sangat sulit dikendalikan dan sebagian besar lahan sawah yang beralih fungsi tersebut justru yang produktivitasnya termasuk katagori tinggi. Bermulai dari tahun 2012, setiap tahun tak kurang dari 110.000 hektar lahan sawah beralih fungsi. Nilai alih fungsi lahan ini dinilai sangat membahayakan bagi produksi beras nasional (Anonim, 2014).

Permasalahan pangan beras Indonesia tidak pernah terlepas dari pertumbuhan penduduk Indonesia yang terus meningkat. Merujuk kepada data yang dikemukakan oleh FAO dan IRRI (International Rice Research Institute), Indonesia tercatat merupakan Negara dengan angka konsumsi beras tertinggi, yaitu sebesar 139 kilogram per tahun pada tahun 2008. Setelah tahun demi tahun angka ini tidak mengalami penurunan yang signifikan, sedangkan Malaysia telah menurunkan konsumsi ini menjadi 80 kilogram per kapita per tahun dan jepang hanya sebesar 60 kilogram per kapita per tahun.

Penggunaan pupuk anorganik untuk pertanian saat ini semakin meningkat dan melebihi batasan pemakaian seiring dengan mahalnya harga jual pupuk organik. Menurut fertilizer hand book pada tahun 2003 dikutip oleh wirjodirdjo, et al, Penggunaan pupuk anorganik yang dilakukan oleh petani beras di Indonesia

melebihi batas semestinya, yaitu sekitar 5000 juta ton yang seharusnya hanya 2000 juta ton. Penggunaan pupuk anorganik secara berlebihan ini bukan hanya menyebabkan penurunan kuantitas dan kualitas beras nasional, tetapi juga menyebabkan lebih tingginya harga jual beras nasional daripada harga beras impor, sehingga minat masyarakat terhadap produksi beras nasional berkurang dan beras nasional tidak dapat bersaing dengan beras impor.

1.7. Pertanyaan

1. Bagaimana kondisi ketahanan pangan di Indonesia?
2. Jelaskan berapa impor beras di Indonesia!
3. Jelaskan tingkat konsumsi beras masyarakat Indonesia !

BAB 2

BERAS ANALOG

2.1. Diversifikasi Pangan

Diversifikasi konsumsi pangan menurut Peraturan Pemerintah RI No 68 Tahun 2002 Tentang Ketahanan Pangan Pasal 1 ayat 9 dijabarkan sebagai upaya peningkatan konsumsi aneka ragam pangan dengan prinsip gizi seimbang (BBKP 2002). Hasil penelitian Martianto et al. (2009) mengenai percepatan diversifikasi pangan berbasis pangan lokal menunjukkan bahwa perspektif diversifikasi pangan terdiri dari diversifikasi semua jenis pangan dan diversifikasi pangan pokok.

Salah satu kendala pada diversifikasi pangan adalah tingginya konsumsi beras. Berdasarkan data BPS (2009), konsumsi pangan di Indonesia belum memenuhi pola pangan harapan karena konsumsi beras masih sebesar 64.1% dibandingkan dengan anjuran konsumsi beras yaitu 50% dari total asupan konsumsi. Tingginya tingkat konsumsi beras di Indonesia selain pola konsumsi masyarakat yang sulit berubah dari beras ke bahan pangan lain. Hal tersebut disebabkan oleh faktor sosial antara lain masyarakat menganggap mengonsumsi sumber beras termasuk dari status sosial dan hanya akan mengonsumsi sumber karbohidrat lain (gaplek atau tiwul) jika

jumlahnya terbatas atau tidak mampu membeli beras (Tarigan 2003).

Upaya penerapan diversifikasi pangan pokok di Indonesia berfokus pada pengurangan konsumsi beras dan meningkatkan konsumsi sumber karbohidrat lokal seperti jagung, sagu, sorgum dan umbi-umbian. Salah satu contoh nyata program pemerintah yang saat ini dilaksanakan adalah program “One Day No Rice” (Satu Hari Tanpa Nasi) di kota Depok. Namun, masih terdapat kendala dalam program tersebut. Kendala yang ditemui adalah masyarakat masih belum terbiasa mengonsumsi makanan tersebut bersama lauk karena makanan tersebut biasa dimakan sebagai kudapan saja. Oleh karena itu, upaya lebih lanjut diperlukan untuk menarik minat masyarakat terhadap makanan tersebut dengan mengolahnya menjadi makanan yang dapat diterima masyarakat. Salah satu upaya yang dapat menjadi solusi masalah tersebut adalah pengoptimalan pengembangan teknologi pangan.

Hariyadi et al. (2003) berpendapat bahwa beras sebagai makanan pokok dipersepsikan komoditas strategis dan memiliki nilai politis. Ini berlangsung sejak zaman kolonial, para pengambil keputusan mempunyai obsesi untuk berhasil dalam swasembada beras. Beras dalam menu masyarakat Indonesia menduduki strata sosial tertinggi, dibandingkan dengan karbohidrat lainnya seperti jagung, ubi kayu, sagu, ubi jalar, dan lain-lain. Politik pangan nasional bertumpu pada bagaimana ketersediaan beras, secara tidak

disadari telah mengakibatkan terjadinya perubahan menu karbohidrat non beras ke beras, terutama untuk daerah-daerah yang secara tradisional bukan pemakan beras, seperti kawasan Indonesia timur, ini dikarenakan beras mudah didapat dimana-mana. Hal tersebut dilakukan tanpa memperhatikan pola pangan lokal.

Upaya nasional untuk mengembangkan ketahanan pangan bias pada beras, hampir sebagian besar dana riset pangan lebih difokuskan untuk menciptakan varietas-varietas padi unggul, sedangkan untuk sereal lainya kurang mendapat perhatian. Padahal sumber karbohidrat lain non beras juga penting. Banyak daerah memiliki sumber karbohidrat yang tidak kalah kualitasnya dengan kandungan gizi beras seperti biji-bijian dan umbi-umbian. Jagung, sagu, ubi kayu, ubi jalar, dan aneka talas-talasan relatif belum tersentuh. Upaya-upaya kearah penciptaan diversifikasi pangan lokal belum dilakukan secara serius.

Perlu adanya komitmen nasional untuk mengurangi karbohidrat yang bersumber dari beras. Sudah saatnya petani diberi kebebasan untuk menanam aneka komoditas yang menurut penilaiannya memberikan manfaat ekonomi maksimal. Pemerintah sebaiknya disini berperan sebagai penyedia infrastruktur pasca panen, penyimpanan produksi, dan penyedia informasi pertanian sehingga petani mendapatkan pemahaman yang mendalam tentang realitas komoditas pangan nasional sehingga mereka dapat memfokuskan usahanya untuk memproduksi komoditas yang

memberikan manfaat ekonomi yang paling optimum, kebebasan petani memproduksi aneka bahan makanan akan berkontribusi dalam mempercepat diversifikasi pangan.

Adanya perkembangan teknologi pangan dapat membantu upaya diversifikasi dengan cara mengolah bahan-bahan sumber karbohidrat menjadi produk yang diterima masyarakat. Salah satu bentuk olahan dari bahan tersebut adalah beras analog. Karakteristik beras analog ini diharapkan dapat lebih diterima masyarakat karena memiliki bentuk dan rasa yang menyerupai beras sehingga masyarakat tidak perlu mengubah pola makannya karena cara konsumsi beras analog sama seperti beras yang berasal dari padi.

2.2. Beras Analog

Beras analog merupakan sebutan lain dari beras tiruan (*artificial rice*). Beras analog adalah beras yang dibuat dari non padi dengan kandungan karbohidrat mendekati atau melebihi beras dengan bentuk menyerupai beras dan dapat berasal dari kombinasi tepung lokal atau padi (Samad 2003; Deptan 2011). Metode pembuatan beras analog terdiri atas dua cara yaitu metode granulasi dan ekstrusi. Perbedaan pada kedua metode ini adalah tahapan gelatinisasi adonan dan tahap pencetakan. Hasil cetakan metode granulasi adalah butiran sedangkan hasil cetakan metode ekstrusi adalah bulat lonjong dan sudah lebih menyerupai beras.

Secara umum proses ekstrusi untuk membuat beras analog hampir sama dengan proses pembuatan produk-produk ekstrusi lainnya yang terdiri dari empat tahap, antara lain: formulasi, prekondisi, ekstrusi dan pengeringan (Chessari and Sellahewa, 2001). Tahapan formulasi bertujuan untuk membuat campuran bahan baku beras analog dengan komposisi yang diinginkan. Pati atau tepung yang merupakan bahan baku utama harus digiling untuk mendapatkan ukuran partikel tertentu (Iolos No. 10 dan tertahan No. 300 standard mesh screen US) (Mishra, dkk., 2012). Kemudian lipid dan komponen minor lainnya seperti pengikat, emulsifier dan mineral ditambahkan dengan jumlah tertentu. Formula harus mengandung cukup fraksi pati yang nantinya akan tergelatinisasi dan mengikat kuat produk. Pengikatan partikel-partikel di dalam beras analog juga bisa menggunakan pengikat hidrokoloid (*binder agent*).

Prekondisi mempunyai peranan yang penting pada proses ekstrusi secara keseluruhan. Ada beberapa keuntungan dari penggunaan prekondisi pada proses ekstrusi, antara lain: meningkatkan keseragaman hidrasi partikel, mengurangi waktu tinggal adonan di dalam ekstruder dan meningkatkan waktu tinggal secara keseluruhan, meningkatkan umur pemakaian alat yang dikarenakan menurunnya penggunaan komponen screw dan barrel (Huber and Rokey, 1990). Pada tahap prekondisi campuran bahan baku hasil formulasi dipertahankan pada kondisi hangat (suhu 80 -

90°C) dan basah selama waktu tertentu dan kemudian dialirkan ke ekstruder.

Pencampuran yang baik dibutuhkan agar permukaan partikel dapat kontak dengan air dan kukus (*steam*) yang ditambahkan. Waktu tinggal yang cukup juga diperlukan untuk memberikan kesempatan proses difusi uap air dan perpindahan panas dari permukaan ke bagian dalam partikel (Riaz, 2000). Dengan demikian campuran bahan baku beras analog akan terplastisasi di dalam alat prekondisi dan bisa dialirkan ke ekstruder. Sebelum masuk ke dalam ekstruder mikronutrient seperti vitamin dan antioksidan dapat ditambahkan untuk meningkatkan nilai gizi beras analog yang dihasilkan nantinya (Steiger, 2010).

2.3. Gliseril Mono Stearat (GMS)

Gliseril Monostearat (GMS) adalah surfaktan non-ionik yang banyak digunakan oleh industri stabilizer dan emulsifier. Nama IUPAC bagi senyawa ini adalah 2,4-dihidroksipropil oktadekanoat dan dikenal dengan nama lain gliserin monostearat atau monostearin. Senyawa ini secara alami terdapat dalam tubuh manusia dan produk berlemak. Salah satu bahan baku pembuatan GMS adalah asam lemak yang berasal dari minyak sawit. Surfaktan non-ionik adalah suatu zat amfifil yang molekulnya terdiri dari 2 bagian, hidrofil dan lipofil. Zat ini bila dilarutkan dalam air tidak memberikan ion. Kelarutannya dalam air disebabkan adanya bagian

dari molekul yang mempunyai afinitas terhadap pelarut. GMS adalah ester gliserol dengan asam lemak stearat yang banyak digunakan dalam *shampoo*, *pearlizing agent*, *emulsifier*, *lotion*, dan sebagai *opacifier* dalam cream, ice cream dan butter. Penambahan GMS pada pembuatan cookies juga dapat memperbaiki kualitas karena meningkatkan kerenyahan dan meningkatkan kelembutan cookies (Sindhuja *et al.*, 2005).

Penggunaan GMS dalam proses pembuatan mi berbahan dasar jagung dan pati kentang menunjukkan bahwa mi memiliki *cooking time* yang lebih tinggi namun memperbaiki produk karena mengurangi *cooking weight* dan *cooking loss* selama pemasakan. Jumlah amilosa pada bahan pembuat mi sangat berpengaruh terhadap proses emulsifikasi GMS karena GMS berikatan dengan amilosa. GMS yang ditambahkan membentuk kompleks dengan amilosa untuk membentuk kompleks inklusi heliks, yang mencegah granula pati untuk mengembang yang dapat menyebabkan berkurangnya kekuatan pengembangan dan kelarutan. Lapisan yang tidak larut dapat terbentuk pada permukaan granula pati, yang dapat menunda transpor air menuju granula sehingga menurunkan pengembangan dan mencegah pelepasan amilosa (Kaur *et al.*, 2004).



Berdasarkan penelitian Singh *et al.* (2000) GMS juga berfungsi sebagai pelumas pada barel ekstrusi sehingga dapat mengurangi panas proses ekstrusi. Pengaruh penambahan GMS terhadap ekstrusi grits jagung yaitu mengurangi WSI (*Water Solubility Index*) atau indeks kelarutan dalam air, SEC (*Specific Energy Consumption*), dan *expansion* (pengembangan produk) tetapi meningkatkan WAI (*Water Absorption Index*). Fungsi-fungsi tersebut sangat dibutuhkan untuk membuat beras analog yang diproses pada suhu ekstrusi yang tinggi.

2.4. Ekstrusi

Ekstrusi adalah proses pengolahan pangan yang mengombinasikan beberapa proses secara berkesinambungan antara lain pencampuran, pemasakan, pengadonan, *shearing*, dan pembentukan. Bahan pangan dipaksa mengalir di bawah pengaruh kondisi operasi melalui suatu cetakan yang dirancang untuk

membentuk hasil ekstrusi dalam waktu singkat. Alat dalam proses ekstrusi disebut ekstruder. Fungsi ekstruder meliputi gelatinisasi, pemotongan molekuler, pencampuran, sterilisasi, pembentukan, dan pengeringan. Kombinasi satu atau lebih fungsi-fungsi tersebut merupakan hal yang tidak terpisahkan dalam proses ekstrusi (Fellows, 2000).

Munculnya teknologi ekstrusi telah membuka kesempatan bagi pengusaha makanan untuk membuat produk pangan yang mempunyai bentuk dan tekstur yang beraneka ragam. Pemasakan ekstrusi dipakai untuk menggantikan metode pemasakan konvensional karena berbagai sebab: (1) dapat diubah-ubah sehingga mesin yang sama dapat memasakkan mengolah produk yang mempunyai formula berbeda-beda, (2) memberi bentuk dan tekstur pada hasil produk, (3) kemampuan produksi yang kontinyu, (4) pengoperasian yang efisien dari segi tenaga, energi dan luas pabrik, (5) pasteurisasi produk akhir dan (6) proses dalam keadaan kering dengan sedikit atau tanpa tumpahan (Muchtadi, 2009).

Berdasarkan suhu prosesnya, teknologi ekstrusi dibagi menjadi dua yaitu *Hot Extrusion* (Ekstrusi Panas) dan *Cold Extrusion* (Ekstrusi Dingin). Teknologi *Hot Extrusion* menggunakan suhu di atas 70°C sedangkan *Cold Extrusion* menggunakan suhu di bawah 70°C. Kedua teknologi tersebut telah digunakan untuk memproduksi beras ekstrusi berbahan dasar tepung beras. Pada *Hot Extrusion* bahan diproses pada suhu tinggi.

Suhu bahan yang tinggi dapat diperoleh melalui proses *pre-conditioning* dan atau transfer panas bahan selama proses ekstrusi (Riaz, 2000).

Ekstrusi merupakan proses *shaping* dengan tekanan menggunakan peralatan dengan desain khusus dan pemanasan pendahuluan. Proses ekstrusi dikombinasikan dengan pemanasan menciptakan bentuk dan produk matang. Pada saat ekstrusi beberapa perubahan yang terjadi pada produk antara lain terjadi gelatinisasi pati, denaturasi protein. Proses ekstrusi beras melalui tahapan pencampuran tepung beras dengan bahan fortifikan, kemudian dilewatkan dalam ekstruder, selanjutnya bahan yang keluar dari ekstruder tepungberas dengan larutan fortifikan, kemudian dilewatkan dalam ekstruder, selanjutnya bahan yang keluar dari ekstruder dipotong, sehingga bentuknya mirip dengan biji beras, kemudian dikeringkan (Wariyah, 2010).

Ekstrusi terdiri atas dua metode, yaitu *hot and cold extrusion*. Suhu yang digunakan pada metode *hot extrusion* diatas 70°C dengan melakukan *pre-conditioning* dan atau tanpa pindah panas dari steam yang dihasilkan dari barrel. Sementara *cold extrusion* biasa digunakan dalam pembuatan pasta dan suhu yang digunakan di bawah 70°C (Riaz, 2000).

Tahap ekstrusi adonan akan mengalami proses pemanasan lagi pada suhu yang sedikit lebih tinggi dibanding proses sebelumnya. Di samping itu adonan juga akan mengalami

proses homogenisasi lebih lanjut, pengaliran (*shearing*) dan pembentukan ketika keluar dari die. Proses degradasi pati menjadi molekul-molekul yang lebih kecil diminimalkan sehingga fungsi beras analog sebagai sumber karbohidrat tetap dapat dipertahankan. Pembuatan beras analog dengan proses ekstrusi bisa dilakukan dengan ekstruder ulir tunggal maupun ulir ganda. Namun ekstruder ulir ganda lebih banyak digunakan karena mempunyai kemampuan dan fleksibilitas yang lebih besar untuk mengendalikan parameter proses dan produk (Guy, 2001).



Gambar 2. Proses Ekstrusi

2.5. Amilosa

Amilosa merupakan rantai lurus yang bersifat amorf, sedangkan amilopektin merupakan rantai bercabang yang bersifat kristalin. Rantai lurus pada amilosa membatasi akses β -amilase ke dua terminal unit glukosa pada rantai amilosa di dalam usus halus karena membentuk lipatan. Sebaliknya, amilopektin mempunyai banyak rantai cabang dan memberikan lebih banyak terminal unit glukosa sehingga lebih mudah diakses oleh enzim β -amilase (Sharma *et al.*, 2008).

Salah satu kriteria penting dalam sistem klasifikasi beras yaitu kadar amilosa. Kadar amilosa dari bahan baku dalam pembuatan beras analog menjadi penting karena berpengaruh pada sifat dari beras dan nasi yang dihasilkan seperti tingkat kepulenan nasi dan juga fungsional dari nasi tersebut. Selain itu kandungan amilosa pada beras akan mempengaruhi pengolahan beras, pemanfaatan dan mutu dari beras tersebut, terutama mutu dalam penerimaan konsumen (Avaro *et al.*, 2009). Kadar amilosa dipengaruhi oleh kadar pati yang bahan baku. Selain itu amilosa mempunyai sifat hidrofobik (yang mengandung hidroksil) sehingga mempunyai kemampuan untuk membentuk ikatan hidrogen dan bersifat larut air (Rahmawati *et al.*, 2012).

Menurut Allidawati dan Bambang (1989) dalam Aliawati (2003), berdasarkan kadar amilosa, beras diklasifikasikan menjadi beras beramilosa sangat rendah (< 10%), beras beramilosa rendah

(10-20%), beras beramilosa sedang (20-24%), dan beras beramilosa tinggi ($> 25\%$).

2.6. Pertanyaan

1. Jelaskan apa itu beras analog !
2. Bagaimana proses pembuatan beras analog?
3. Jelaskan kegunaan GMS !

BAB 3

UBI-UBIAN

3.1. Ubi Garut (*Maranta arundinaceae*, L)

Garut dapat ditanam diseluruh wilayah Indonesia tetapi belum banyak dimanfaatkan. Ubi garut berpotensi dikembangkan sebagai pangan alternatif sumber karbohidrat (Wijayanti dan Harijono, 2015).Tanaman ini termasuk dalam family Marantaceae, Genus Maranta, Spesies *Marantha arundinaceae* L. dikelompokkan pada ubi-ubian minor. Nama lokal garut di Jawa Barat patat, sagu, irut, arut dan larut; di Madura selarut atau laru; di Gorontalo labia walanta; di Ternate huda sula; di Halmahera sula; di Amerika *arrowroot* (Suhartini dan Hadiati, 2011).



Gambar 3, Ubi Garut

Umbi garut berwarna putih ditutupi dengan kulit yang bersisik berwarna coklat muda, berbentuk silinder (Kurniawan *et al.*, 2015). Umbi garut adalah jenis herba, tegak, berumpun dan merupakan tanaman tahunan. Panjang mencapai 10-30 cm dengan diameter 2-5 cm. Umbinya mulai dapat dimakan saat umur tanaman 3-4 bulan. Umbi garut memiliki tekstur lembut dan mudah dicerna. Tingginya kadar karbohidrat dan energi membuat umbi garut dapat digunakan sebagai pengganti karbohidrat (Setyawan, 2015).

Kandungan gizi garut per 100 gram menurut Murtiningsih dan Suyanti (2011) tersaji pada tabel 2 adalah sebagai berikut.

Tabel 2. Kandungan Kimia Umbi garut segar; tepung dan pati garut

Komposisi	Umbi Segar Creole (100%)	Umbi Segar Banana (100%)	Pati (100%)	Tepung (100%)
Air	69,10	72	8,6	11,1
Abu	1,4	1,3	0,2	0,18
Protein	1,0	2,2	0,65	1,44
Lemak	0,1	0,1	0,26	1,46
Serat Kasar	1,3	0,6	0,25	4,34

3.2. Ubi Talas

Tanaman talas berasal dari daerah Asia Tenggara selanjutnya talas menyebar ke Cina, Jepang, daerah Asia Tenggara dan beberapa pulau di Samudera Pasifik kemudian terbawa oleh

migrasi penduduk ke Indonesia. Di Indonesia talas biasa dijumpai hampir di seluruh kepulauan dan tersebar dari tepi pantai sampai pegunungan di atas 1000 m dari permukaan laut. tanaman ini berperawakan tegak dengan tinggi 1 m atau lebih. Talas merupakan tanaman pangan yang berupa herbal dan merupakan tanaman semusim atau tanaman sepanjang tahun (Purwono dan Heni, 2007).

Tanaman talas mengandung asam perusi (asam biru atau HCN). Sistem perakaran serabut, liar dan pendek. Umbi mempunyai jenis bermacam-macam. berat umbi dapat mencapai 4 kg atau lebih, berbentuk selinder atau bulat, berukuran 30 cm x 15 cm, berwarna coklat. Daunnya berbentuk perisai atau hati, lembaran daunnya 20-50 cm panjangnya, dengan tangkai mencapai 1 (m) panjangnya, warna pelepah bermacam-macam. Perbungaannya terdiri atas tongkol, seludang dan tangkai (Faizar H, 1991).

Karakteristik tanaman talas adalah, memiliki perakaran liar, berserabut dan dangkal. Batang yang tersimpan dalam tanah pejal, bentuknya menyilinder (membulat), umumnya berwarna coklat tua, dilengkapi dengan kuncup ketiak yang terdapat diatas lampang daun tempat munculnya umbi baru, tunas (stolon). Daun memerisai dengan tangkai panjang dan besar (Syahbania 2012). Talas (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) merupakan salah satu umbi-umbian yang banyak ditanam di Indonesia. Talas termasuk divisi Spermatophyta, subdivisi Monocotyledoneae, ordo Arcales, famili Araceae, genus *Colocasia* dan spesies *C. esculenta* (L.)

Schott. Pemanfaatan talas sebagai bahan pangan disebabkan karena talas memiliki komponen makronutrien dan mikronutrien yang mencukupi angka gizi (Lingga *et al.*, 1990).



Gambar . Ubi Talas

Umbi talas memiliki keunggulan yaitu patinya mudah untuk dicerna. Hal ini disebabkan talas memiliki ukuran granula pati yang sangat kecil yaitu 1 – 4 μm . Ukuran granula pati yang kecil dapat bermanfaat mengatasi masalah pencernaan. Talas memiliki potensi untuk dapat digunakan sebagai bahan baku tepung -tepungan karena memiliki kandungan pati yang tinggi, yaitu sekitar 70-80% . Rendemen yang bisa didapatkan pun juga cukup tinggi, mencapai 28.7% (Nurbaya *et al.*, 2013).Talas memiliki kandungan pati yang tinggi sehingga berpotensi dijadikan sebagai bahan baku tepung (Haliza *et al.*, 2012). Berikut komposisi kimia pada talas dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Komposisi Kimia Talas dalam 100 gram Bahan

Komposisi		Jumlah
Kalori	(kal)	98,0
Protein	(g)	1,9
Lemak	(g)	0,2
Karbohidrat	(g)	23,7
Kalsium	(mg)	28,0
Fosfor	(mg)	61,0
Besi	(mg)	1,0
Nilai Vit A	SI	20,0
Vit. B1	(mg)	0,13
Vit C	(mg)	4,0
Air	(g)	73,0
b.d.d.	(%)	85,0

Sumber: Setyowati (2007)

3.2.1. Tepung Talas

Tepung talas merupakan tepung yang diolah dari umbi talas yang kemudian dijadikan sebagai bahan baku dalam pembuatan suatu olahan makanan yang bervariasi dan beragam, seperti cake, roti, donat dan lain-lain dengan tujuan meningkatkan nilai gizi yang ada (Khotmasari *et al.*, 2013). Berikut komposisi kimia tepung talas dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Komposisi Kimia Tepung Talas

Komposisi		Tepung Talas (%)
Kadar air	(g/100)	5.439
Protein	(g/100)	3.396
Lemak	(g/100)	4.123
Abu	(g/100)	2.141
Serat Kasar	(g/100)	2.068

Sumber: Sidabutar *et al.* (2013)



Gambar . Tepung Talas

3.3. Tepung Mocaf

Mocaf (*Modified cassava flour*) adalah produk tepung dari ubi kayu yang diproses menggunakan prinsip memodifikasi sel ubi kayu secara fermentasi. Mikroba yang tumbuh menyebabkan perubahan karakteristik dari tepung yang dihasilkan berupa naiknya viskositas, kemampuan gelasi, daya rehidrasi, dan kemudahan melarut. Secara umum proses pembuatan mocaf meliputi tahap-

tahap penimbangan, pengupasan, pemotongan, perendaman (fermentasi), dan pengeringan. Karakteristik mocaf diduga dipengaruhi oleh jenis kultur yang ditambahkan saat fermentasi, penambahan kultur juga berpengaruh terhadap lama waktu fermentasi ubi kayu (Amanu dan Susanto, 2014).



Gambar . Ubi Kayu (bahan baku tepung mocaf)

Tepung mocaf merupakan komoditas tepung *cassava* dengan teknik fermentasi sehingga produk yang dihasilkan memiliki karakteristik mirip seperti terigu, yaitu putih, lembut, dan tidak berbau singkong. Dengan karakteristik yang mirip dengan terigu, tepung mocaf dapat menjadi komoditas substitusi tepung terigu. Indonesia memiliki tingkat permintaan yang tinggi terhadap tepung terigu, baik oleh industri atau rumah tangga. Sedangkan kapasitas produksi tepung terigu di Indonesia masih rendah, tingginya permintaan tepung terigu menyebabkan harga tepung terigu yang tinggi (Kurniati *et al.*, 2012). Oleh karena itu, mocaf dapat dijadikan bahan dasar pembuatan beras analog karena memiliki

sifat yang hampir sama dengan terigu dengan harga yang relatif murah.

Adapun beberapa perbedaan perbandingan komoditi pangan sumber karbohidrat komposisi kimia antara mocaf, tepung terigu, beras, dan tepung singkong dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Perbandingan Komposisi Kimia Komoditi Pangan Sumber Karbohidrat

No.	Komponen	Mocaf	Terigu	Beras	Singkong
1.	Kadar air (%)	6,9	12,0	12,0	11,0
2.	Kadar protein (%)	1,2	8-13	7,0	1,2
3.	Kadar abu (%)	0,4	1,3	0,5	0,2
4.	Karbohidrat (%)	87,3	60-68	80,0	82-85
5.	Kadar serat (%)	3,4	2-2,5	-	1,0-4,2
6.	Kadar lemak (%)	0,4	1,5-2	0,5	0,4

Sumber: Sunarsi *et al.*, 2011

3.4. Ubi Jalar

Alasan utama banyak yang membudidayakan adalah karena tanaman ini relatif mudah tumbuh, tahan hama dan penyakit serta memiliki produktivitas yang cukup tinggi. Ubi Jalar juga merupakan bahan pangan yang baik, khususnya karena patinya yang memiliki kandungan nutrisi yang sangat kaya antara lain karbohidrat yang tinggi. Oleh karena itu di beberapa daerah ubi jalar juga digunakan sebagai bahan makanan pokok. Selain itu juga

mengandung protein, vitamin C dan kaya akan vitamin A (betakaroten). Ubi jalar juga bagus untuk makanan ternak.



Gambar . Ubi Jalar Ungu

Hampir semua bagian dari tanaman ini dapat dimanfaatkan. Di Afrika umbi dari ubi jalar dimanfaatkan menjadi salah satu sumber makanan pokok yang penting. Di Asia, selain umbinya yang dimanfaatkan sebagai makanan, daun muda ubi jalar juga dimanfaatkan untuk sayuran. Di Indonesia ubi jalar cukup populer, khususnya di wilayah Indonesia bagian timur, yaitu Papua dan Papua Barat yang menggunakan ubi jalar sebagai bahan makanan pokok dan makanan ternak. Terdapat juga ubi jalar yang dimanfaatkan menjadi tanaman hias karena keindahan daunnya.

Nama ubi jalar berbeda-beda di tiap negara. Di Spanyol dan Philipina dikenal dengan nama camote, di India dengan shaharkuand, di Jepang dengan karoimo, anamo di Nigeria, getica di Brazil, aphicu di Peru, dan ubitori di Malaysia. Di Indonesia

sendiri terdapat berbagai sebutan untuk ubi jalar antar lain setilo di Lampung, gadong di Aceh, gadong enjolor (Batak), hui atau boled (Sunda), ketela rambat atau muntul di Jawa Tengah, telo (Madura/Jawa Timur) watata (Sulawesi Utara), katila sebutan dari suku Dayak, mantang di Banjar Kalimantan, katabang di Sumbawa, uwi di Bima, lame jawa di Makassar, patatas (Ambon), ima di Ternate, dan batatas atau hipere di Papua.

3.4.1. Sejarah

Ubi jalar diduga berasal dari Benua Amerika. Para ahli botani dan pertanian memperkirakan daerah asal tanaman ubi jalar adalah Selandia Baru, Polinesia, dan Amerika bagian tengah. Nikolai Ivanovich Vavilov, seorang ahli botani Soviet, memastikan daerah pusat asal usul tanaman ubi jalar adalah Amerika Tengah. Ubi jalar mulai menyebar ke seluruh dunia, terutama negara-negara beriklim tropika pada abad ke-16. Orang-orang Spanyol menyebarkan ubi jalar ke kawasan Asia, terutama Filipina, Jepang, dan Indonesia. Pada tahun 1960-an, seluruh provinsi di Indonesia telah menanam ubi jalar. Pada tahun 1968 hingga sekarang, Indonesia merupakan negara penghasil ubi jalar nomer empat di dunia.

3.4.2. Varietas

Varietas ubi jalar di dunia diperkirakan berjumlah lebih dari ribuan jenis, namun masyarakat awam pada umumnya mengenal ubi jalar berdasarkan warna umbinya. Secara umum terdapat tiga jenis umbi berdasarkan warnanya, yakni warna putih, kuning merah hingga keunguan. Menurut Woolfe (1992), kulit ubi maupun dagingnya mengandung pigmen karotenoid dan antosiannin yang menentukan warnanya. Komposisi dan intensitas yang berbeda dari kedua zat kimia tersebut menghasilkan warna pada kulit dan daging ubi jalar. Dari sisi umurnya, ada ubi jalar yang berumur pendek (dapat dipanen pada usia 4–6 bulan) dan ada yang berumur panjang (baru dapat dipanen setelah 8–9 bulan). Di Indonesia terdapat sekitar 23 varietas yang sudah dilepas atau diperkenalkan untuk budidaya oleh Kementerian Tanaman Pangan hingga 2012.

3.4.3. Manfaat Ubi Jalar

Dewasa ini mungkin masih banyak orang memandang sebelah mata terhadap komoditas ubi jalar. Opini masyarakat hingga saat ini terhadap ubi jalar masih sering mengindetikkan dengan makanan orang kampung dan makanan orang miskin, sehingga terdapat beberapa orang yang sengaja tidak mengkonsumsi hanya karena gengsi.

Berdasarkan dari beberapa penelitian ilmiah, ternyata ubi jalar menyimpan potensi yang besar baik sebagai bahan pangan alternatif yang memiliki khasiat cukup banyak bagi kesehatan manusia maupun apabila dikembangkan menjadi potensi ekonomi.

Menurut WHO, ubi jalar merah mempunyai kandungan vitamin A sebanyak empat kali lipat dari wortel atau sebesar 7,700 mg/100 gram, sehingga baik untuk pencegahan kebutaan dan penyakit mata. Selain itu kandungan kalsium dari ubi jalar lebih tinggi dibanding beras, jagung, terigu maupun sorghum. Kandungan kalsium tertinggi terutama pada ubi jalar kuning. Fungsi kalsium bersama fosfor sangat baik untuk pembentukan tulang. Berikut delapan manfaat lainnya dari ubi jalar yang terangkum dari berbagai sumber.

1. Mengendalikan tekanan darah

Dalam ubi jalar terdapat kandungan mineral seperti potassium, zat besi dan magnesium yang sangat penting bagi tubuh guna meningkatkan energi seseorang. Potassium bermanfaat untuk mengatur kerja jantung dan organ ginjal agar tetap bekerja secara normal. Zat besi selain penting untuk mereproduksi sel darah merah dan darah putih dalam tubuh, zat besi juga sangat penting dalam meningkatkan sistem kekebalan tubuh seseorang dan dapat mengurangi risiko serangan stres. Sedangkan magnesium salah satu fungsinya adalah untuk menjaga kesehatan dan kepadatan tulang, menjaga saraf, otot, jantung,

darah dan arteri agar selalu tetap sehat. Dalam ubi jalar ternyata rasa manis alami tidak menyebabkan naiknya kadar glukosa atau kadar gula darah yang dapat menyebabkan diabetes.

2. Mengurangi risiko penyakit jantung dan stroke

Vitamin B6 sangat dibutuhkan oleh tubuh guna mengubah bahan kimia yang disebut dengan homocysteine menjadi molekul yang lebih sederhana. Hal ini sangat berkaitan erat dengan kepikunan, serangan jantung pada seseorang dan stroke.

3. Memperkuat daya tahan tubuh

Vitamin C sangat dibutuhkan untuk menambah daya tahan tubuh sehingga dapat menahan beberapa penyakit seperti flu, racun dalam tubuh serta mempercepat penyembuhan.

4. Mengurangi risiko osteoporosis dan kemandulan

Vitamin D sangat baik untuk menjaga tubuh tetap sehat dan kuat secara keseluruhan dan secara khusus membantu organ jantung, saraf, kulit, gigi dan tulang agar tetap dalam keadaan normal. Bagi perempuan vitamin D dapat membantu kelenjar tiroid untuk bekerja secara normal sehingga memudahkan untuk melaksanakan reproduksi. Vitamin D juga sangat penting untuk pembentukan tulang dan menjaga kepadatan tulang, sehingga ubi jalar dapat mencegah osteoporosis dini.

5. Membantu pencernaan

Kurang konsumsi serat juga dapat menyebabkan gangguan pencernaan. Ubi jalar banyak mengandung serat antara 0,90–1,20 persen.

6. Meningkatkan kesehatan mata dan sistem kekebalan tubuh

Beta karoten (vitamin A) berfungsi untuk menjaga kesehatan mata, dan sistem kekebalan tubuh

7. Mencegah penyakit mematikan seperti kanker dan HIV/AIDS

Kandungan antosiannin yang tinggi dalam ubi jalar, khususnya pada ubi ungu merupakan antioksidan yang ampuh untuk mencegah radikal bebas dan tumbuhnya sel-sel kanker dan tumor. Menurut penelitian terakhir dari mahasiswa Ilmu Teknologi Pertanian (ITP) dari Institut Pertanian Bogor (IPB), betakaroten pada ubi jalar merah Papua sebagai bahan baku pangan olahan dapat menurunkan infeksi dari virus HIV/AIDS.

8. Mengurangi risiko radang sendi (arthritis)

Kandungan beta-cryptoxanthin dalam ubi jalar dapat mencegah dan mengobati radang sendi (arthritis).

Secara detail pada Tabel 6 disajikan informasi tentang komposisi kandungan gizi dalam 100 gram ubi jalar segar, sebagai bahan pangan alternatif sangat baik.

Tabel 6. Kandungan gizi dalam 100 gram ubi jalar segar

Kandungan Gizi	Jenis Ubi Jalar		
	Putih	Kuning	Merah/Ungu
Energi (kkal)	123	114	123
Protein (gr)	1,80	0,80	1,80
Lemak (gr)	0,70	0,50	0,70
Karbohidrat (gr)	27,90	26,70	27,90
Kalsium (mg)	30	51	30
Fosfor (mg)	49	47	49
Zat besi (mg)	1	0,90	1
Vit A (IU)	60	0	7700
Vit B1 (mg)	0,09	0,06	0,09
Vit C (mg)	28,68	29,22	21,43
Betakaroten (mkg)	260	2900	9900
Antosianin (mg)	0,06	4,56	110,51
Serat kasar (%)	0,90	1,40	1,20
Kadar gula (%)	0,40	0,30	0,40
Air (%)	68,50	79,28	68,50
Bagian yang dikonsumsi (%)	86	85	86

Sumber: diolah dari berbagai sumbe, seperti Dr. Iwan Budiman, dr, MM, M.Kes, Gizi Depkes RI (1993) via Harnowo (1994); portal Ilmu www.keju.blogspot.com Komunitas Edukasi dan Jaringan Usaha

3.4.4. Industri Ubi Jalar di Indonesia

Ubi jalar di Indonesia belum dianggap sebagai komoditas penting, sementara di negara negara maju ubi jalar justru merupakan komoditas yang penting dan mahal dibandingkan dengan komoditas lainnya. Hal ini dikarenakan oleh beberapa faktor antara lain kurang dipahaminya manfaat ubi jalar bagi kesehatan tubuh, persepsi masyarakat selama ini yang masih menganggap bahwa ubi jalar adalah makanan pengganti atau tambahan dan hanya dikonsumsi oleh masyarakat kelas bawah,

masih rendahnya pengetahuan tentang teknologi pengolahan ubi jalar dan banyak faktor lain.

Sementara di negara-negara maju pemanfaatan ubi jalar tidak hanya dimanfaatkan sebagai bahan baku pangan, namun juga bahan baku industri non pangan. Misalnya di Vietnam, bahan baku pati ubi jalar (starch) digunakan sebagai bahan baku pembuatan mie, di Jepang selain digunakan untuk memasak yaki imo (ubi bakar), pati ubi jalar digunakan untuk pembuatan minuman keras Imo Shochu, di Amerika ubi jalar dimasak menjadi ubi goreng, s'more, bahkan diolah menjadi berbagai makanan penutup.

Tepung ubi jalar bahkan dapat difermentasi untuk diolah menjadi kecap dan alkohol. Lebih lanjut tepung dapat diolah menjadi minuman anggur, cuka dan nata de coco. Bahkan akhir-akhir ini dengan adanya permasalahan yang dihadapi terkait dengan pasokan energi, beberapa negara maju telah melakukan penelitian pemanfaatan ubi jalar menjadi bahan baku bioethanol, salah satunya adalah Biofuel Center of North Carolina, NC, State University, Amerika.

3.4.5. Produksi Ubi di Indonesia

Produksi ubi jalar di Indonesia pada tahun 2012 mencapai 2.483.467 ton. Ini merupakan produksi terbesar dalam kurun waktu empat tahun terakhir (2009-2012).Tanaman ubi jalar telah dibudidayakan oleh hampir semua provinsi di Indonesia, kecuali DKI Jakarta. Sentra utama produksi ubi jalar di Indonesia yang

juga merupakan penyumbang terbesar dari total produksi Indonesia adalah Provinsi Jawa Barat dengan 17,58 persen dari total produksi nasional, Provinsi Jawa Timur (16,59 persen) dan Provinsi Papua dengan 13,90 persen. Pulau Jawa dengan total produksi mencapai 1.053.315 ton pada tahun 2012 telah menyumbang sekitar 42,41 persen terhadap pasokan ubi jalar nasional, diikuti oleh Pulau Sumatera dengan total produksi sebesar 521,579 atau 21 persen dari total pasokan nasional dan pada urutan ketiga ditempati oleh Pulau Papua dengan total produksi 355,742 telah menyumbang sekitar 14,32 persen dari stok nasional.

Secara nasional pertumbuhan produksi ubi jalar dari tahun 2009–2012 cukup signifikan hingga mencapai 21 persen, dengan pertumbuhan produksi terbesar atau lebih dari 100 persen dicapai oleh Provinsi Jambi dan Provinsi Jawa Timur. Meskipun demikian pertumbuhan terbaik ubi jalar dimiliki oleh Pulau Sumatera dengan tingkat pertumbuhan sebesar 46 persen pada periode yang sama (2009- 2012), diikuti oleh Pulau Jawa dengan tingkat pertumbuhan sebesar 28 persen. Sementara pertumbuhan terendah terdapat pada Pulau Papua yang hanya memiliki pertumbuhan sebesar satu persen selama kurun waktu empat tahun.

Tabel 7: Perkembangan produksi ubi jalar Indonesia 2009 – 2012

Daerah	Produksi Ubi Jalar (ton)			
	2009	2010	2011	2012*
Aceh	15.298	11.095	11.844	13.356
Sumatera Utara	140.138	179.388	191.104	186.583
Sumatera Barat	77.476	104.302	98.120	124.881
Riau	9.736	9.967	9.912	9.424
Jambi	20.614	21.156	68.735	80.057
Sumatera Selatan	20.800	22.839	18.309	17.380
Bengkulu	20.930	27.840	26.445	37.271
Lampung	45.041	44.920	47.239	47.408
Bangka Belitung	4.828	3.751	3.009	3.303
Kepulauan Riau	1.427	1.790	1.805	1.916
DKI Jakarta	-	-	-	-
Jawa Barat	469.646	430.998	429.378	436.577
Jawa Tengah	147.083	137.723	157.972	166.978
DI Yogyakarta	6.687	6.484	4.584	5.047
Jawa Timur	162.607	141.103	217.545	411.957
Banten	34.549	40.579	34.589	32.756
Bali	78.983	70.318	69.528	62.352
Nusa Tenggara Barat	11.276	13.134	11.970	13.232
Nusa Tenggara Timur	103.635	121.284	129.728	151.864

Daerah	Produksi Ubi Jalar (ton)			
	2009	2010	2011	2012*
Kalimantan Barat	11.735	14.959	13.774	15.169
Kalimantan Tengah	10.763	9.583	8.570	9.525
Kalimantan Selatan	29.968	25.007	23.918	19.608
Kalimantan Timur	31.947	25.156	21.432	16.367
Sulawesi Utara	53.121	51.838	46.266	41.227
Sulawesi Tengah	29.821	26.332	25.111	26.932
Sulawesi Selatan	68.372	57.513	66.946	94.474
Sulawesi Tenggara	25.577	25.304	26.476	29.411
Gorontalo	3.456	2.926	2.565	2.002
Sulawesi Barat	15.756	15.666	20.455	16.589
Maluku	22.338	20.734	17.913	19.411
Maluku Utara	30.381	27.666	31.943	34.661
Papua Barat	10.599	10.557	10.410	10.647
Papua	343.325	349.134	348.438	345.095
Indonesia	2.057.913	2.051.046	2.196.033	2.483.467

Namun dari 32 provinsi produsen ubi jalar, 15 provinsi atau sekitar 45 persen wilayah di Indonesia mengalami penurunan produksi rata-rata hingga 21 persen. Penurunan produksi terbesar dialami oleh Provinsi Kalimantan Timur hingga 49 persen dan terendah adalah Provinsi Riau dengan 3 persen dalam kurun waktu empat tahun. Salah satu penyebab penurunan produksi ubi jalar di Indonesia adalah adanya penurunan luas areal tanam ubi jalar, dengan rata-rata penurunan 3 persen atau sekitar 5.579 hektar selama kurun waktu empat tahun terakhir. Penurunan luas area tanam terbesar terjadi di wilayah Kalimantan Timur dengan penurunan hingga 51 persen, diikuti oleh Provinsi Gorontalo (44 persen), Provinsi Bangka Belitung (41 persen), Provinsi Kalimantan Selatan (37 persen) dan penurunan luas areal tanam antara 10–24 persen terjadi di Provinsi Bali (11 persen), Sulawesi Tengah (11 persen), Jawa Timur (12 persen), Banten (13 persen), Kalimantan Tengah (13 persen), Sumatera Selatan (17 persen), Aceh (17 persen), Jawa Barat (21 persen), Sulawesi Utara (22 persen), DI.Yogyakarta (23 persen) dan Maluku (24 persen). Penurunan antara 1 hingga < 10 persen adalah di daerah Papua Barat (1 persen), Papua (6 persen), Riau (8 persen), dan Jawa Tengah (9 persen).

3.4.6. Produktivitas Ubi di Indonesia

Luas area tanam ubi jalar di Indonesia pada tahun 2012 mencapai 178.295 hektar dengan total produksi sebanyak 2.483.467 ton. Rata-rata produktivitas nasional ubi jalar mencapai 13.93 ton/hektar masih sedikit di bawah rata-rata produktivitas negara-negara penghasil ubi jalar di Asia. Pulau Jawa memiliki produktivitas tertinggi mencapai 20.33 ton/hektar pada tahun 2012. Produktivitas tertinggi di Pulau Jawa dimiliki oleh Provinsi Jawa Timur yang mencapai 28.88, diikuti oleh Jawa Tengah dengan rata-rata produktivitas sebesar 20,87 ton/hektar. Pulau Bali dan Nusa Tenggara dengan 8.98 ton/hektar merupakan daerah dengan produktivitas terendah dibanding produktivitas nasional. Sementara Pulau Papua sebagai penyumbang pasokan terbesar ketiga nasional, ternyata baru mampu mencapai produktivitas hingga 10.43 ton/tahun masih jauh di bawah produktivitas nasional.

3.5. Pertanyaan :

1. Jelaskan kandungan gizi ubi jalar !
2. Jelaskan proses pembuatan tepung mocaf !
3. Bagaimana komposisi kimia tepung talas ?

BAB

4

Rumput Laut

4.1. Potensi Rumput Laut

Rumput laut merupakan komoditi yang dapat dijadikan komoditas unggulan. Keunggulan dari rumput laut salah satunya adalah memiliki nilai ekonomi yang tinggi (high value commodity), tidak hanya itu rumput laut juga memiliki pohon industri yang lengkap, spektrum penggunaannya sangat luas, daya serap tenaga kerja yang tinggi, teknologi budidaya yang mudah, masa tanam yang pendek (hanya 45 hari) atau quick yield, dan biaya per produksi dari rumput laut relatif sangat murah. Pengembangan industri rumput laut merupakan program yang sangat tepat dan memiliki prospek yang sangat baik ke depannya.

Di Indonesia terdapat kurang lebih 555 jenis plasma nuftah rumput laut. Jenis rumput laut yang terdapat di Indonesia bernilai ekonomis dan sudah menjadi komoditi ekspor sejak lama. *Eucheuma* sp, *Gracillia* sp, *Gelidium* sp, *Hypnea* sp dan *Sargassum* sp merupakan jenis-jenis rumput laut yang berguna untuk industri makanan, minuman, kosmetik, farmasi, cat, tekstil dan industri lainnya. Jenis rumput laut yang tengah dikembangkan di Indonesia saat ini adalah *Eucheuma cottonii* sebagai penghasil kappa

karaginan. Jenis rumput laut tersebut merupakan jenis rumput laut yang permintaannya relatif besar untuk keperluan bahan baku industri baik di dalam negeri maupun di luar negeri.

Budidaya rumput laut (seaweed culture) merupakan bidang budidaya perairan (aquaculture) yang sedang berkembang saat ini, terutama untuk rumput laut jenis *Eucheuma cottonii*. *Eucheuma cottonii* sp terus meningkat mulai dari tahun 2010 hingga tahun 2012. *Eucheuma cottonii* sp merupakan bahan baku untuk membuat produk turunan rumput laut yaitu karaginan. Karaginan biasa digunakan oleh industri-industri sebagai bahan tambahan pada makanan, farmasi dan kosmetik sebagai bahan pembuat gel, pengental dan penstabil.

Kebutuhan rumput laut secara keseluruhan untuk industri penghasil karaginan terus meningkat setiap tahunnya. Pada Tabel 1 dapat dilihat bahwa jumlah rumput laut yang dibutuhkan oleh industri penghasil karaginan di Indonesia terus meningkat dari tahun 2009 hingga 2013. Produksi rumput laut dalam negeri sekitar 75 sampai dengan 80 persen dialokasikan untuk ekspor, sedangkan pabrik dalam negeri hanya menyerap 20 persen sebagai bahan baku produksi dalam negeri dan pasar konsumsi hanya sebesar 5 persen. Pihak asing terus berusaha keras untuk menjadikan Indonesia hanya sebagai negara pengirim bahan baku. Padahal rumput laut merupakan komoditi strategis yang dapat mengurangi pengangguran dan kemiskinan di Indonesia. Bea Keluar rumput

laut merupakan salah satu upaya untuk dapat mengurangi ekspor rumput laut keluar negeri. Diharapkan dengan peningkatan harga bahan baku rumput laut, dapat mengurangi permintaan ekspor dari negara importir.

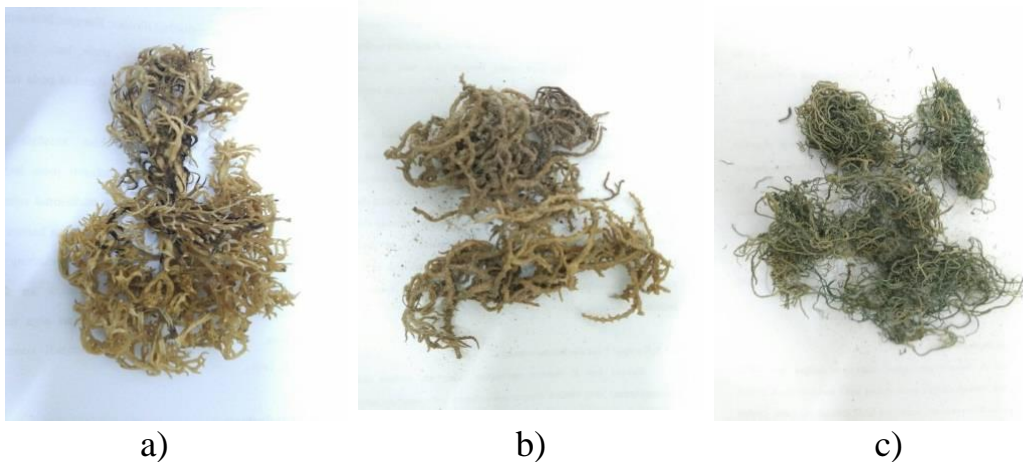
Saat ini, Kementerian Perindustrian sedang membahas Rencana Perindustrian Induk Pembangunan Industri Nasional (RIPIN) sebagai pelaksana amanat pasal 8 ayat 1, Undang-Undang Nomor 3 Tahun 2014 Tentang Perindustrian yang sudah pada tahap finalisasi, industri rumput laut akan menjadi salah satu prioritas yang menjadi andalan masa depan (Kemendagri 2014). Perlu adanya pengembangan struktur industri end product dan produk formulasi yang dapat menciptakan nilai tambah komoditi rumput laut. Kebijakan yang mengatur tentang peningkatan nilai tambah tercantum dalam Undang-Undang Nomor 31 Tahun 2004 juncto UndangUndang Nomor Tahun 2009 Tentang Perikanan pada pasal 24 ayat 1 dan 2. Dengan adanya nilai tambah dari komoditi rumput laut, diharapkan Indonesia dapat mengurangi ekspor rumput laut kering ke luar negeri. Dengan berkurangnya ekspor Indonesia ketersediaan bahan baku berupa rumput laut untuk industri pengolahan karaginan dapat lebih optimal. Peningkatan ketersediaan bahan baku dalam negeri dapat dilakukan melalui penetapan Bea Keluar rumput laut. Kementerian Perdagangan bersama Kementerian Perindustrian masih melakukan pengkajian lebih lanjut tentang penetapan Bea Keluar rumput laut tersebut.

Pemberlakuan Bea Keluar terhadap rumput laut mengacu pada Peraturan Menteri Perdagangan Republik Indonesia, Nomor : 36/M-DAG/PER/5/2012 tentang Tata Cara Penetapan Harga Patokan Ekspor atas Produk Pertanian dan Kehutanan yang dikenakan Bea Keluar.

Rumput laut merupakan salah satu komoditas perikanan di Indonesia yang memiliki nilai produksi sangat besar setiap tahunnya. Indonesia merupakan negara penghasil rumput laut terbesar di dunia dengan nilai 5,9 juta ton pada tahun 2012 (BPS, 2014). Rumput laut dikenal memiliki karbohidrat kompleks dalam jumlah besar (>70 % bk), dimana di dalamnya dapat diekstraksi senyawa karagenan, alginat, dan agar. Tingginya karbohidrat dalam rumput laut juga sebanding pula dengan besarnya kandungan serat pangan dalam rumput laut. Hal tersebut dibuktikan dengan banyaknya industri yang memanfaatkan rumput laut untuk dijadikan substitusi bahan pangan dalam hal meningkatkan nilai nutrisi (terutama serat pangan) dan karakter fisis suatu produk.

Rumput laut tergolong tanaman berderajat rendah, umumnya tumbuh melekat pada substrat tertentu, tidak mempunyai akar, batang maupun daun sejati, tetapi hanya menyerupai batang yang disebut *thallus*. Rumput laut tumbuh di alam dengan melekatkan dirinya pada karang, lumpur, pasir, batu, dan benda keras lainnya. Selain benda mati, rumput laut pun dapat melekat pada tumbuhan lain secara epifitik (Anggadiredja *et al.*, 2006).

Sampai saat ini rumput laut yang bisa tumbuh di perairan Indonesia tercatat kurang lebih 555 jenis. Dari seluruh jenis hasil ekspedisi tersebut hanya 55 jenis yang telah digunakan secara tradisional sebagai pangan, obat dan keperluan lain. Penelitian lebih lanjut menunjukkan bahwa diantara 55 jenis tersebut hanya beberapa jenis tertentu yang sampai sekarang mempunyai nilai ekonomis penting, yakni jenis-jenis yang termasuk ke dalam kelas Rhodophyceae atau alga merah. Tiga marga penting dari alga tersebut yaitu *Eucheuma*, *Gracillaria*, dan *Gelidium*, sejak lama menjadi komoditi ekspor Indonesia (Mubarak, 1990).



Gambar 1. Rumput laut *Eucheuma cottonii* semi-kering (a), rumput laut *Eucheuma spinosum* semi-kering (b), dan rumput laut *Gracillaria verrucosa* semi-kering (c)

4.2. Jenis Rumput Laut

Rumput laut (seaweed) merupakan bagian terbesar tanamam laut yang tergolong dalam divisi Thallophyta. Tumbuhan ini merupakan tanaman tingkat rendah yang tidak memiliki perbedaan susunan kerangka seperti akar, batang dan daun. Meskipun wujudnya tampak seperti ada perbedaan, tetapi sesungguhnya hanya merupakan bentuk thallus belaka. Bentuk thallus rumput laut bermacam-macam, antara lain bulat seperti tabung, pipih, gepeng, bulat seperti kantong, seperti rambut dan sebagainya. Berdasarkan pigmen yang dikandungnya rumput laut terdiri dari empat kelas yaitu Chlorophyceae (alga hijau), Phaeophyceae (alga coklat), Rhodophyceae (alga merah) dan Cyanophyceae (alga biru).

Rumput laut hidup secara fitobenthos yaitu menancap dan melekat di dasar laut dan karang. Banyak tumbuh disepanjang pantai dari daerah pasang surut sampai sedalam sinar matahari dapat menembus. Oleh karena itu maka substrat, cahaya matahari dan kondisi perairan merupakan faktor utama pertumbuhannya. Perairan Indonesia ditumbuhi ratusan jenis rumput laut, tetapi hanya beberapa jenis saja yang telah diusahakan secara komersial, yaitu : *Glacilaria* sp, *Gelidium* sp, *Hypnea* sp, *Eucheuma* sp dan *Sargasum* sp.

Gelidium sp termasuk dalam kelas rumput laut merah dengan ciri-ciri umum adalah tanaman berukuran kecil sampai sedang (panjang kurang lebih 20 cm dan lebar 1.5 mm), dengan batang

utama tegak dan percabangan yang biasanya menyirip dan thallus berwarna coklat, hijau coklat atau pirang. *Gelidium* sp ini di Indonesia dikenal sebagai kades atau intip kembang karang (di Jawa Barat), bulung merah dan bulung ayam (di Bali) dan sayur laut (di Ambon).

Rumput laut *Gelidium* sp termasuk dalam kelompok penghasil agar-agar (agarofit). Kandungan agarnya bervariasi menurut spesies dan lokasi pertumbuhannya yaitu berkisar antara 12- 48 %, rumput laut ini mengandung agar-agar sebesar 30%. Status produksi di Indonesia masih tergantung kepada sebaransediaan alami, namun cukup banyak terdapat di perairan Indonesia sehingga produktivitasnya cukup tinggi.

Eucheuma sp termasuk dalam kelas rumput laut merah dan merupakan salah satu carragenophytes yaitu rumput laut penghasil karagenan. Ciri morfologis dari rumput laut ini ditandai dengan thallus dan cabang-cabangnya yang berbentuk silinder atau pipih, waktu masih hidup berwarna hijau hingga kuning kemerahan dan bila kering warnanya kuning kecoklatan. Percabangan tidak teratur di atau tri-chotomous, dan cabang-cabangnya kasar karena ditumbuhi oleh nodula atau spine untuk melindungi gametangia.

Eucheuma sp tumbuh melekat pada substrat dengan alat pelekat berupa cakram, cabang pertama dan kedua tumbuh membentuk rumpun yang rimbun dengan ciri khusus mengarah kearah datangnya sinar matahari. Cabang-cabang tersebut tampak

ada yang memanjang atau melengkung seperti tanduk. Jaringan tengah terdiri dari filamen-filamen yang berwarna, dikelilingi oleh sel-sel besar, kemudian oleh lapisan korteks dan lapisan epidermis. *Eucheuma* sp tumbuh hampir menyebar diseluruh perairan Indonesia dan spesies ini sudah banyak sekali dibudidayakan oleh masyarakat , sehingga rumput laut ini terdapat sepanjang tahun .

Sargassum sp salah satu jenis rumput laut yang termasuk dalam kelas rumput laut coklat dan merupakan rumput laut penghasil alginat. Genera (kelompok) rumput laut ini merupakan genera terbesar dari famili Sargassaceae. Rumput laut ini dicirikan oleh tiga sifat yaitu (1) adanya pigmen coklat yang menyerupai warna hijau (2) hasil fotosintesis terhimpun dalam bentuk laminarin dan algin (3) adanya flagel . Rumput laut jenis *Sargassum* sp umumnya merupakan tanaman perairan yang mempunyai warna coklat, berukuran relatif besar, tumbuh dan berkembang pada substrat dasar yang kuat. Bagian atas tanaman menyerupai semak yang berbentuk simetris bilateral atau radial serta dilengkapi bagian sisi pertumbuhan. *Sargassum* sp memiliki bentuk thallus silindris atau gepeng, banyak percabangan yang menyerupai pepohonan di darat, bangun daun melebar, lonjong atau seperti pedang, memiliki gelembung udara (bladder) yang umumnya soliter (menyebarkan). Warna thallus berwarna coklat dan dapat memiliki panjang sampai 7 meter. 19 Spesies rumput laut ini tersebar luas di perairan Indonesia.

Pemanfaatan rumput laut digunakan manusia sebagai sumber nutrisi dan obat tradisional sejak jaman kuno terutama di masyarakat pesisir dinegara-negara Asia dan Afrika termasuk di Indonesia. Hal ini disebabkan oleh kandungan metabolit primer dari rumput laut yang sangat baik. Rumput laut merupakan bahan pangan yang rendah kalori dengan kandungan mineral diantaranya Mg, Ca, P, K, dan I. Selain itu juga dilaporkan mengandung vitamin, protein dan karbohidrat yang tidak dapat dicerna dalam jumlah yang cukup tinggi, dengan kandungan lemak yang rendah . Selain itu juga dibandingkan dengan sayur-sayuran lainnya, kandungan asam amino esensial serta kandungan asam lemak tidak jenuh dalam rumput laut cenderung lebih tinggi. Komposisi kimia dari rumput laut bervariasi tergantung dari spesies, tempat tumbuh dan musim.

Studi entobotani dan entofarmakologi rumput laut yang telah dilakukan di beberapa daerah di Indonesia, menunjukkan bahwa kadar karbohidrat dari 9 jenis rumput laut yang dianalisis berkisar antara 39-51%. Karbohidrat yang terdapat dalam rumput laut berupa manosa, galaktosa dan agarosa yang tidak mudah dicerna oleh sistem pencernaan manusia. Sedangkan kadar proteinnya antara 17.20-27.15%. Kadar lemak relatif kecil yaitu berkisar antara 0.08 – 1.9%. Metabolit lain yang terkandung dalam rumput laut adalah senyawa polisakarida yang bersifat hidrokoloid seperti karagenan, agar, alginat dan furcellaran. Keempat hidrokoloid

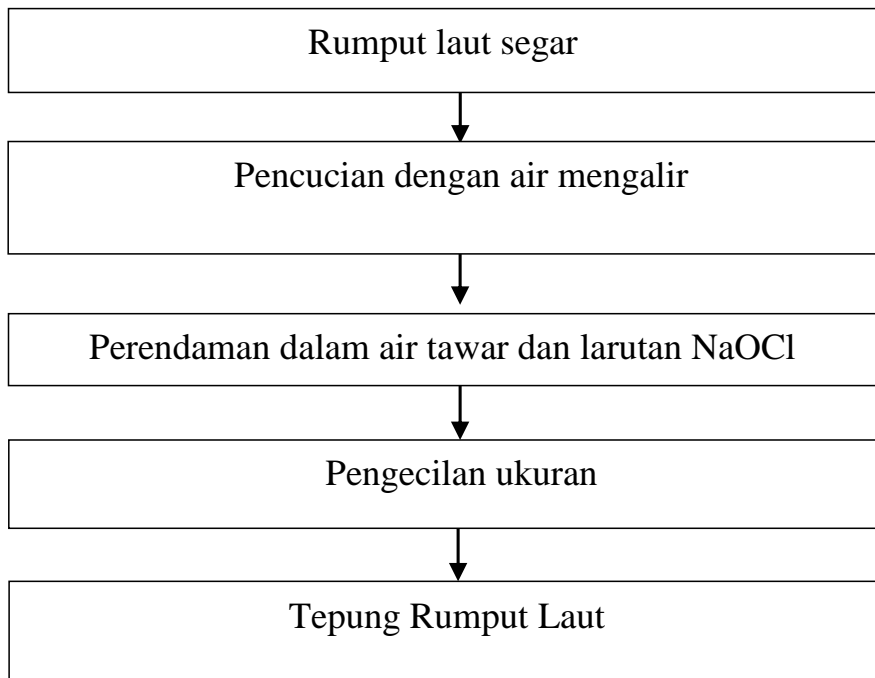
tersebut cukup luas pemakaiannya dalam bidang industri makanan, kosmetika dan obat-obatan.

4.3. Pengeringan dan Penepungan Rumput Laut

Untuk meningkatkan mutu rumput laut, sebaiknya rumput laut diperlakukan pencucian. Pencucian dimaksudkan untuk menghilangkan kotoran yang melekat pada rumput laut sehingga diperoleh rumput laut yang bersih. Setelah proses pencucian, rumput laut direndam dalam air tawar dengan perbandingan 1 : 10 selama 2 – 8 jam selanjutnya direndam dalam larutan kapur sirih 1%, hal ini selain untuk menghilangkan bau amis juga untuk mendapatkan rumput laut yang aseptis dan memiliki tekstur yang lebih kenyal (Peranginangin *et al.* 2003). Selanjutnya dilakukan proses pengeringan dan penepungan untuk mendapatkan tepung rumput laut matang siap pakai dengan mutu yang diinginkan. Pada tahun 1997, Chan *et al.* melakukan penelitian mengenai pengaruh 3 metode pengeringan, yaitu pengering matahari, pengering oven dan pengering beku (*Freeze-drier*), terhadap komposisi nutrisi rumput laut jenis *Sargassum hemiphyllum*. Pada pengering oven menggunakan suhu 60 oC selama 15 jam.

Hasil yang didapat menyatakan bahwa dengan pengering oven terjadi kehilangan nilai gizi yang lebih besar dibanding dengan pengering beku tetapi metode oven lebih baik dibanding dengan pengering matahari. Lebih jauh dikatakan bahwa pengering beku

memerlukan biaya yang lebih tinggi. Pemilihan metode pengeringan dapat disesuaikan dengan kegunaan selanjutnya, apakah untuk makanan, obat, pakan atau lainnya. Selanjutnya dilakukan penepungan dengan ukuran lubang 1 mm. Urbano dan Goni (2002) dalam penelitiannya mengeringkan rumput laut dengan suhu 60 °C selama 16 jam. Selanjutnya dilakukan penepungan dan pengayakan dengan ukuran lubang 0,5 mm.



Gambar . Diagram Alir Proses Pembuatan Tepung Rumput Lautkolag macam tulang ikan

4.4. Komposisi Kimia 3 Jenis Tepung Rumput Laut

Tepung rumput laut kaya akan kandungan serat pangan, sekitar 60% dari seluruh bobot keringnya. Selain kaya akan

kandungan serat pangan, tepung rumput laut juga banyak mengandung yodium, kalsium, zat besi dan karbohidrat. Kayanya kandungan nutrisi pada rumput laut ini membuat salah satu komoditas besar perikanan ini banyak dimanfaatkan sebagai fortifikan dalam suatu produk pangan. Komposisi kimia 3 jenis tepung rumput laut dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Komposisi Kimia 3 Jenis Tepung Rumput Laut

No	Komposisi	<i>E.cottonii</i>	<i>E.spinosum</i>	<i>G.verrucosa</i>
1.	Kadar air (% bk)	10,58±0,71	5,33±0,18	7,84±0,48
2.	Kadar abu (% bk)	16,96±0,08	28,79±0,33	6,05±0,31
3.	Kadar protein (% bk)	5,35±0,02	7,65±0,14	11,73±1,31
4.	Kadar lemak (% bk)	0,45±0,07	0,54±0,04	0,27±0,01
5.	Karbohidrat (% bk)	66,66±0,48	57,79±0,11	74,11±0,77
6.	Serat pangan (% bk)	4,50±0,32	5,23±0,40	7,84±0,25

Sumber: Ahmad *et al.* (2012)

4.5. Serat

Serat adalah zat non gizi, ada dua jenis serat yaitu serat pangan (*dietary fiber*) dan serat kasar (*crude fiber*). Peran utama dari serat dalam makanan adalah pada kemampuannya mengikat air, selulosa dan pektin. Adanya serat dalam makanan dapat membantu mempercepat sisa-sisa makanan melalui saluran pencernaan untuk disekresikan keluar. Tanpa bantuan serat, feses dengan kandungan air rendah akan lebih lama tinggal dalam saluran usus dan mengalami kesukaran melalui usus untuk dapat

diekskresikan keluar karena gerakan-gerakan peristaltik usus besar menjadi lebih lamban (Piliang dan Djojosoebagio, 2000).

4.6. Serat Pangan

Serat pangan merupakan karbohidrat kompleks di dalam bahan pangan yang tidak dapat dicerna oleh enzim-enzim pencernaan manusia. Serat pangan ini merupakan komponen dari jaringan tanaman yang tahan terhadap proses hidrolisis oleh enzim dalam lambung dan usus kecil (Winarno, 2010). Serat-serat tersebut banyak berasal dari dinding sel berbagai sayuran dan buah-buahan. Secara kimia dinding sel tersebut terdiri dari beberapa jenis karbohidrat diantaranya selulosa, hemiselulosa, pektin, dan nonkarbohidrat seperti polimer lignin, beberapa gum, dan musilase (Poedjiadi, 1994).

Istilah serat pangan harus dibedakan dari istilah serat kasar (*crude fiber*) yang biasanya digunakan dalam analisis proksimat bahan pangan. Serat kasar ialah bagian dari bahan pangan yang tidak dapat dihidrolisis oleh bahan-bahan kimia tertentu, yaitu asam sulfat (H_2SO_4) dan NaOH, sedangkan serat pangan adalah bagian dari makanan yang tidak dapat dihidrolisis oleh enzim-enzim pencernaan (Muchtadi, 1989).

4.7. Serat Kasar

Serat makanan tidak sama pengertiannya dengan serat kasar (*crude fiber*). Serat kasar adalah senyawa yang biasa dianalisa di laboratorium, yaitu senyawa yang tidak dapat dihidrolisa oleh asam atau alkali. Istilah tersebut (dinamakan serat kasar), karena hasil kuantitatif analisa yang didapatkan bukanlah murni serat pangan larut dan tidak larut air, namun juga masih terdapat senyawa lain seperti lignin, selulosa, hemiselulosa, dan lain-lain. Di dalam buku Daftar Komposisi Bahan Makanan, yang dicantumkan adalah kadar serat kasar bukan kadar serat makanan. Tetapi kadar serat kasar dalam suatu makanan dapat dijadikan indeks kadar serat makanan, karena umumnya didalam serat kasar ditemukan sebanyak 0,2 - 0,5 bagian jumlah serat pangan (Goldien, 2005).

4.8. Anjuran Kebutuhan Serat

Anjuran kebutuhan serat yang ditetapkan bertujuan untuk mencegah terjadinya penyakit-penyakit degeneratif. *United State Food Dietary Analysis* menyatakan anjuran untuk total *dietary fiber* adalah 25g/2000kalori atau 30g/2500kalori. *American Diabetic Assosiation* menetapkan kebutuhan serat 25- 50g/hari untuk pencegahan penyakit diabetes. Menurut BPS (2006) pada sensus nasional pengelolaan diabetes di Indonesia menyarankan konsumsi serat sebanyak 25g/hari walaupun sudah ada ketetapan tersebut

tetapi harus diperhatikan kebiasaan makan, penyakit yang diderita dan keluhan-keluhan lainnya.

4.9. Hubungan Serat Rumput Laut terhadap Resiko Obesitas dan Diabetes

Rumput laut mempunyai kandungan senyawa serat larut air, beberapa spesies biasa disebut dengan karagenan. Karagenan adalah senyawa polisakarida yang tersusun dari unit β - D-galaktosa dan α - L - galaktosa 3,6 anhidro galaktosa yang dihubungkan oleh ikatan 1,4 glikosiklik dimana setiap unit galaktosa mengikat gugusan sulfat. Serat dalam rumput laut adalah salah satu jenis serat larut air yang sukar dicerna oleh enzim manusia sehingga berfungsi menurunkan kadar kolesterol darah dan memperlambat pengosongan lambung. Selain itu, serat tersebut dapat berperan terhadap pengikatan asam empedu yang diduga sebagai promotor terbentuknya proses kimiawi dalam karsinogenesis sehingga apabila proses pengikatan tersebut terjadi maka dapat menurunkan terjadinya kanker usus besar (Istini *et al.*, 1985).

Serat dalam rumput laut merupakan serat makanan pengikat kation (*binding of cations*) yang akan mengubah pH intestinum dengan cara mempengaruhi sekresi asam dan basa lewat pengaruh hormon dan enzim. Hal ini akan mempengaruhi proses pemecahan karbohidrat (disakarida) di dalam intestinum yang akhirnya juga

akan mempengaruhi proses penyerapan monosakarida, sehingga dapat menahan laju peningkatan kadar glukosa darah post-prandial dan mengurangi penurunan balik gula darah yang akan merangsang selera makan (Nugroho dan Purwaningsih, 2004).

4.10. Pertanyaan

1. Bagaimana mekanisme pembuatan tepung rumput laut?
2. Jelaskan komposisi kimia yang terdapat pada berbagai jenis rumput laut !
3. Bagaimana anjuran serat menurut *United State Food Dietary Analysis*?
4. Bagaimana Hubungan Serat Rumput Laut terhadap Resiko Obesitas dan Diabetes?

BAB V

Kolagen

5.1. Pengertian Kolagen

Kolagen merupakan salah satu jenis protein penyokong yang memberikan ciri - ciri pada kulit seperti kekenyalan, kelembapan, kekuatan dan ketegangan. Kolagen juga merupakan protein ringkas yang terdiri dari asam amino. Kolagen terdiri dari fraksi asam amino kecil dalam bentuk lingkaran spiral dimana mengandung 19 jenis asam amino. Prolin dan Glisin merupakan dua jenis asam amino yang bertanggung jawab atas pembentukan kolagen, dimana hampir 9% dari struktur kolagen terdiri atas prolin. Asam amino membentuk rantai spiral yang dikenal sebagai helix *tropocollagen*. Sel - sel kolagen dihasilkan di dalam sel - sel yang membentuknya. Selepas pembentukan, kolagen akan berpindah kepada ruangan antara sel di mana pembentukan serat kolagen terjadi.

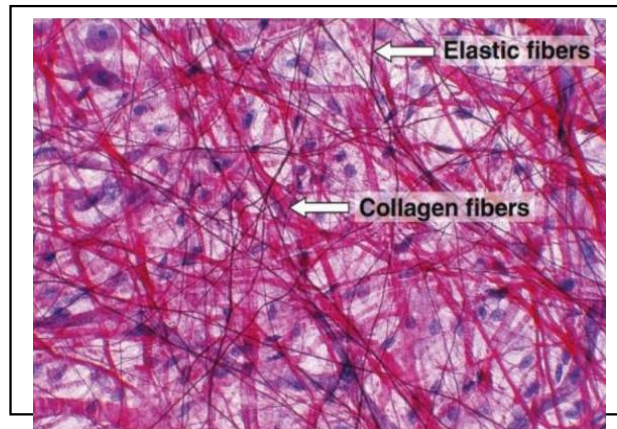
Kolagen dapat didefinisikan sebagai bagian dari protein serat atau protein fibrosa yang memiliki beberapa rantai polipeptida yang dihubungkan oleh berbagai ikatan silang membentuk *triple helix*. Kolagen merupakan bagian protein yang melimpah dalam tubuh mamalia termasuk manusia, terdapat sekitar 25% dari total protein. Kolagen banyak ditemukan pada kulit dan tulang, sedikit terdapat

di otot. Kolagen merupakan bagian dari protein berjenis stroma. Protein ini tidak dapat diekstrak dengan air, larutan asam, alkali atau larutan garam pada konsentrasi 0.01 – 0,1. Kolagen dapat mengembang karena daya ikat pada struktur molekulnya melemah saat diberikan perlakuan pH di bawah 4 atau dinaikkan sampai pH 10.

Kolagen merupakan komponen struktural utama dari jaringan ikat putih (*white connective tissue*) yang meliputi hampir 30% dari total protein pada jaringan dan organ tubuh vertebrata dan invertebrata. Pada mamalia, kolagen terdapat pada kulit, tendon, tulang rawan dan jaringan ikat. Demikian juga pada burung dan ikan, sedangkan pada avertebrata kolagen terdapat pada dinding sel (Baily *and* Light, 1989).

Kolagen merupakan penyusun utama struktur protein dalam tubuh hewan hampir sepertiga total massa protein pada vertebrata. Kolagen merupakan protein paling berlimpah di dalam tubuh dan terdapat dalam semua organ. Semakin besar hewan maka semakin besar pula bagian total protein yang merupakan kolagen (Lehninger, 1990). Kolagen berbentuk serabut di alam dan sebagai komponen utama penyusun jaringan penghubung pada otot dan mengikatnya pada tulang. Serabut protein terbentuk dari serabut tipis yang sangat panjang dari asam amino kovalen yang berikatan dalam baris secara khusus. Adanya baris asam amino ini menyebabkan kolagen mempunyai bentuk yang spesifik dan

memiliki kekuatan yang menyebabkan adanya ikatan hidrogen. Ketika kolagen dipanaskan dalam air, komponen kolagen akan pecah menjadi ikatan tunggal, bentuknya berupa cairan (Von Endt and Baker, 2006).



Gambar . Serabut Kolagen

Molekul kolagen tersusun dari kira - kira dua puluh asam amino yang memiliki bentuk agak berbeda bergantung pada sumber bahan bakunya. Asam amino glisin, prolin dan hidroksi prolin merupakan asam amino utama kolagen. Asam - asam amino aromatik dan sulfur terdapat dalam jumlah yang sedikit. Hidroksi prolin merupakan salah satu asam amino pembatas dalam berbagai protein (Chaplin, 2005).

5.2. Manfaat Kolagen

5.2.1. Kolagen Sebagai Bahan Obat

Molekul dasar pembentuk kolagen disebut *tropocollagen* yang mempunyai struktur batang dengan bobot molekul 300.000 dalton, dimana di dalamnya terdapat tiga rantai polipeptida yang sama panjang, bersama-sama membentuk struktur heliks. Tiap tiga rantai polipeptida dalam unit *tropocollagen* membentuk struktur heliks tersendiri, menahan bersama-sama dengan ikatan hidrogen antara group NH dari residu glisin pada rantai yang satu dengan grup CO pada rantai lainnya. Cincin pirolidin, prolin, dan hidroksiprolin membantu pembentukan rantai polipeptida dan memperkuat *triple helix* (Wong, 1989).

Setiap makhluk hidup memiliki beragam protein yang terbentuk dari 20 jenis asam amino yang sama yang membentuk dunia protein yang beragam. Asam amino adalah zat pembangun tubuh, membentuk antibodi, memperbaiki jaringan, membangun RNA dan DNA, menyebarkan oksigen ke seluruh tubuh dan ikut dalam segala aktifitas otot. Terdapat sejenis zat medium yang terbentuk dari asam amino dan mempunyai ciri khas protein, tetapi tidak sama dengan protein, yang disebut peptida. Peptida merupakan asam amino yang dapat terangkai satu sama lain dalam suatu rantai yang disebut “ikatan peptida”. Peptida tunggal yaitu peptida yang mengandung 2 – 10 asam amino. Sedangkan polipeptida yaitu peptida yang mengandung 11 – 50 asam amino.

Fungsi peptida antara lain membawa pesan tubuh, mengatur berbagai kegiatan fisiologis dan reaksi biologis. Peptida merupakan zat aktif biologis yang terlibat pada berbagai fungsi dalam tubuh sel makhluk hidup (dalam hormon, syaraf, tulang, reproduksi sel, mengaktifkan enzim, dan lain-lain).

Polipeptida adalah nutrisi yang sangat baik untuk menyeimbangkan unsur peptida dalam tubuh bagi kesehatan manusia. Manfaat polipeptida untuk remaja yaitu:

- Menyempurnakan proses pertumbuhan tubuh.
- Meningkatkan pertumbuhan biologis remaja.
- Mempertinggi tingkat kemampuan otak.
- Meningkatkan daya tahan tubuh.
- Meningkatkan penyerapan gizi di tubuh.
- Meningkatkan kemampuan belajar.
- Manfaat lain dari polipeptida kolagen ikan antara lain:
- Menjaga kelembaban kulit dan mencegah kerutan pada wanita.
- Memperbaiki jaringan biologis yang berkurang yang disebabkan bertambahnya usia.
- Mencerahkan kulit yang disebabkan oleh usia.
- Menghaluskan kulit dan mencegah keriput.
- Mencegah kelelahan dan meningkatkan stamina.
- Meningkatkan atau mengembalikan metabolisme dan kekuatan tubuh.

- Mengatur dan mengaktifkan fungsi saraf simpatik.
- Meningkatkan metabolisme lipo (protein) dan dasar.
- Mengatur dan mengurangi jumlah asupan lemak ke tubuh.
- Menormalkan gula darah.

Kolagen juga dapat digunakan untuk mengobati pasien yang mengalami luka bakar pada kulit. Kolagen dapat dikombinasikan dengan silikon, fibroblast, dan substansi lainnya yang berguna sebagai kulit tiruan untuk mengatasi masalah kulit terbakar.

5.2.2. Kolagen Sebagai Bahan Kosmetik

Kolagen pada tubuh memiliki fungsi sebagai perekat untuk menyangga tubuh agar tetap dapat menyambung, tanpa adanya kolagen maka tubuh akan terpisah-pisah. Kolagen yang telah dihidrolisa dapat digunakan sebagai sampo, *conditoner*, *leave-in*, perawatan rambut, sabun, *styling product*, *body lotion*, perawatan tubuh, pembersih, penyegar, pelembab wajah, perawatan wajah, alas bedak, *mascara*, lipstik, dan kosmetika warna.

Kolagen dapat dimanfaatkan secara meluas dalam bedah kosmetik. Kolagen memiliki kemampuan untuk memberikan sifat elastis pada kulit, dan dapat mengurangi keriput yang terjadi sebagai efek dari penuaan. Kolagen juga banyak ditemukan di kornea mata dalam bentuk kristal.

Dalam kosmetik, kolagen dapat diaplikasikan dalam bentuk masker untuk mengencangkan kulit. Manfaat dari pemakaian

masker adalah untuk menyegarkan, memperbaiki serta mengencangkan kulit wajah. Selain itu dapat melancarkan peredaran darah, merangsang kembali kegiatan sel-sel kulit, mengangkat sel tanduk yang telah mati, sehingga merupakan pembersih yang paling efektif.

Manfaat lain yang dapat diperoleh dari kolagen yang digunakan sebagai bahan kosmetik yaitu:

- Melembabkan dan mencegah kerutan kulit.
- Menghaluskan dan mencegah kulit dari keriput.
- Memperpanjang keremajaan kulit pada usia dewasa, paruh-baya.
- Mencegah timbulnya bercak noda di kulit.
- Berperan sebagai estrogen alami.

5.2.3. Kolagen Sebagai Bahan Tambahan Industri Pangan

Kolagen merupakan bagian protein yang melimpah dalam tubuh mamalia termasuk manusia, terdapat sekitar 25% dari total protein. Sifat fungsional protein dalam sistem makanan disajikan pada Tabel 9.

Tabel 9. Sifat Fungsional Protein dalam Sistem Makanan

Sifat fungsional	Cara kerja	Sistem makanan
Kelarutan	Solvasi protein	Minuman
Penyerapan dan pengikatan air	Pengikatan hidrogen dengan air, pemerangkapan air (tanpa tetes)	Daging, sosis, roti, kue
Kekentalan	Pengentalan, pengikatan air	Sup, saus
Gelling agent	Protein bertindak sebagai bahan aditif	Daging, sosis, produk pasta
Kekenyalan	Pengikatan hidrofob dalam gluten, ikatan disulfida dalam gel	Daging, produk roti
Pengemulsi	Pembentukan dan penstabilan emulsi lemak	Sosis, sup, bologna, kue
Penyerapan lemak	Pengikatan lemak bebas	Daging, sosis, donat
Pengikatan baurasa	Adsorpsi, pemerangkapan, pelepasan	Daging, produk roti
Pembuihan	Membentuk film yang stabil untuk memerangkap gas	Whipped toppings, chiffon, angle cakes

Sumber: Kinsella (1982) *dalam* de Man (1997)

Salah satu usaha pengawetan yaitu dengan cara menurunkan aktivitas air (A_w) atau memperkecil daerah *multi layer water* (kisaran A_w antara 0,2- 0,9) dimana pada kisaran tersebut banyak terjadi proses-proses perombakan secara kimia, biokimia maupun

mikroorganisme, karena air adalah media yang baik untuk pertumbuhan mikroorganisme. Kolagen merupakan bagian dari protein dan protein memiliki sifat fungsional sebagai bahan penyerap dan pengikat air, maka dengan menambahkan kolagen ke dalam bahan makanan akan dapat menurunkan Aw bahan makanan tersebut sehingga memperpanjang umur simpan (*self life*) dari bahan makanan tersebut.

Selain sebagai bahan pengawet, penambahan kolagen ke dalam bahan makanan juga berfungsi sebagai *gelling agent*, misalnya pada produk surimi. Hal ini sesuai dengan pendapat Zayas (1997), yang menyatakan bahwa sifat tekstur dari *surimi* dipengaruhi oleh pembentukan gel dari protein kolagen. Sehingga kolagen dapat diaplikasikan ke dalam produk makanan untuk membentuk gel.

Berdasarkan fungsi kolagen yang telah diketahui, yaitu sebagai bahan pengikat air dan *gelling agent*, maka diharapkan kolagen dapat diaplikasikan di dalam industri pangan sebagai *food additive*, sehingga penggunaan kolagen tidak hanya terbatas pada industri farmasi dan kosmetik saja.

5.3. Karakteristik Kolagen Tulang Ikan

Kolagen merupakan protein utama penyusun struktur jaringan ikat golongan vertebrata dengan proporsi sekitar 30% dari total protein tubuh manusia. Kolagen memegang peranan cukup

penting dalam industri makanan, kosmetik, biomedis, dan farmasi (Chai et al. 2010). Kolagen digunakan dalam bidang kosmetik sebagai bahan aktif pada produk perawatan kulit dengan fungsi untuk meningkatkan kelembaban kulit, mencegah keriput, menjaga kulit dari pengaruh buruk radiasi dan menjaga elastisitas. Kolagen pada kulit dapat mengalami kerusakan akibat terpapar sinar radiasi UV-A dan UV-B dari sinar matahari dan kandungan kolagen dalam tubuh manusia berkurang seiring dengan bertambahnya usia (Draelos dan Thaman 2006).

Penambahan kolagen dalam formulasi kosmetik ditujukan untuk menggantikan kolagen yang rusak akibat pengaruh lingkungan maupun faktor usia. Keistimewaan penggunaan kolagen berkaitan dengan karakteristik fisikokimia kolagen diantaranya sifat antigenitas rendah, tidak beracun, biocompatible dan biodegradable, sehingga dapat disiapkan dalam berbagai bentuk dalam aplikasi medis (Lee et al. 2001). Kolagen yang paling banyak di pasaran umumnya berasal dari sapi atau babi yang keamanan dan kehalalannya perlu diwaspadai, sehingga diperlukan alternatif sumber kolagen yang aman dan halal dari hasil perairan. Kolagen dapat diekstrak dari kulit ikan (Ahmad dan Benjakul 2010; Singh et al. 2010; Kittiphattanabawon et al. 2005), sisik ikan (Li et al. 2008; Matmaroh et al. 2011; Zhang et al. 2011), dan tulang ikan (Kittiphattanabawon et al. 2005).

5.4. Preparasi Kolagen Tulang Ikan

5.4.1. Degreasing

Degreasing merupakan penghilangan lemak (*grease*) dan air bersama dengan partikel lain dalam tulang. Limbah tulang ikan, direbus dalam air bersuhu 70°C (kontrol suhu dengan menggunakan termometer raksa) dengan menggunakan panci perebus untuk menghilangkan sisa-sisa daging dan lemak yang masih menempel (*degreasing*). Perebusan dilakukan untuk memudahkan pada saat melepaskan sisa-sisa daging dengan cara disikat. Perebusan tulang dilakukan selama 30 menit untuk menghindari hancurnya tulang dan kerusakan kolagen.

5.4.2. Pengeringan Tulang

Tulang yang telah dibersihkan dari sisa daging dan lemak kemudian dicuci dan dikeringkan dengan cara dijemur di bawah sinar matahari. Pengeringan dapat dilakukan selama satu hari jika cuaca cerah.

5.4.3. Demineralisasi

Proses demineralisasi dilakukan dengan merendam tulang dalam larutan asam klorida (HCl) dengan konsentrasi 2-6%. Perendaman dilakukan dalam wadah tahan asam (*box* plastik) hingga tekstur tulang menjadi lunak ketika ditekan dengan menggunakan jari, yang menandakan bahwa *ossein* telah terbentuk dan proses demineralisasi dianggap selesai. Tujuan demineralisasi

yaitu untuk menghilangkan mineral-mineral yang terdapat dalam tulang ikan seperti kalsium dan fosfor.

Beberapa penelitian yang telah dilakukan, proses demineralisasi memerlukan waktu 2 – 6 hari hingga terbentuk *ossein* (tulang lunak) tergantung pada bahan baku dan konsentrasi perendaman. Apabila konsentrasi asam terlalu rendah, maka tidak mampu mengubah serat kolagen menjadi rantai tunggal. Sedangkan perendaman dengan konsentrasi yang terlalu tinggi dapat menyebabkan kerusakan protein, terutama kolagen.

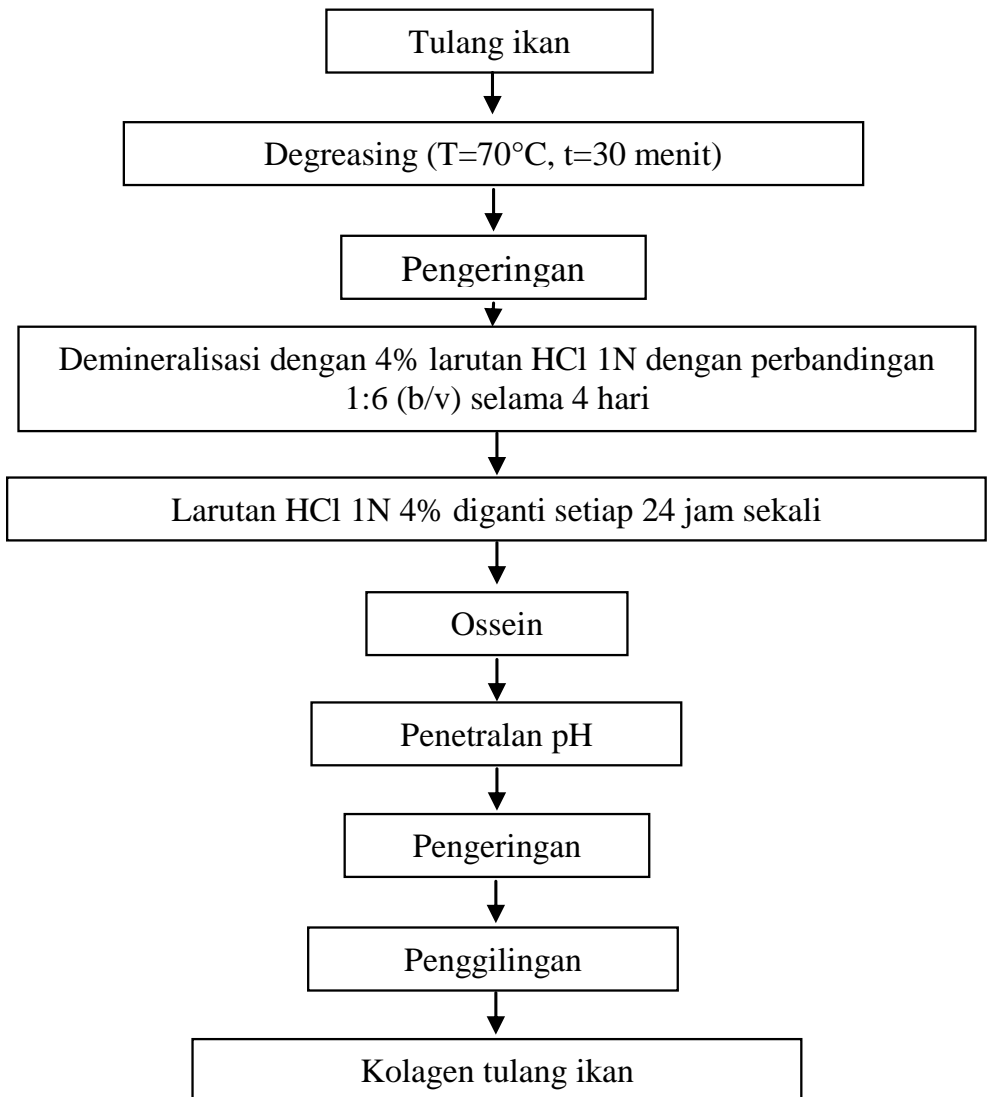
5.4.4. Penetralan pH

Tulang yang telah selesai diberi perlakuan demineralisasi, kemudian dicuci dengan air mengalir untuk menghilangkan larutan HCl yang masih menempel pada tulang. Pencucian dilakukan hingga pH *ossein* mendekati netral. Untuk mengetahui nilai pH *ossein*, dilakukan pengukuran pH dengan menggunakan pH-meter atau kertas pH yang ditempelkan pada *ossein* yang telah dicuci beberapa kali. Kertas pH menunjukkan kisaran pH 6.

5.4.5. Pengeringan dan Penggilingan

Ossein yang telah mengalami penetralan pH selanjutnya dikeringkan sebelum dihaluskan atau digiling. Proses pengeringan dapat dilakukan dengan menjemur langsung di bawah sinar matahari selama satu sampai dua hari hingga tulang benar-benar kering, atau dapat juga dilakukan dengan menggunakan *mechanical dryer* dengan suhu $\pm 70^{\circ}\text{C}$ selama 24 jam. Tulang yang telah benar-

benar kering kemudian dihaluskan dengan mesin penggiling atau *blender* agar diperoleh serbuk kolagen atau tepung kolagen. Kolagen kemudian dikemas dalam wadah (usahakan kedap udara) untuk menghindari dari kontaminasi dan penyerapan kadar air yang berlebih dari udara luar.



Gambar. Diagram Alir Proses Pembuatan Kolagen Tulang Ikan

5.5. Kolagen Ikan Pari

Ikan pari adalah ikan yang tergolong dalam *Elasmobranchii* atau ikan berulang rawan. Ikan pari memiliki bentuk yang khas yaitu dengan sirip yang lebar dan pipih menyerupai sayap burung dan merupakan ikan demersal. Secara umum, pari memiliki ekor dan sisik yang berbahaya menyerupai cambuk tajam (White et al., 1997). Adaptasi hidup ikan pari termasuk tinggi dan mampu hidup dalam berbagai macam habitat laut, seperti laut lepas atau pun estuaria (FAO, 1999). Makanan pari berupa udang dan lobster. Pari berkembang biak secara ovovivipar (Dulvy and Reynolds, 1997), dengan rata-rata spesies betina pari yang hanya mampu melahirkan anak hingga 4 ekor saja dalam sekali masa kawin. Panjang bayi pari pada saat lahir 330 mm (Bester, 2011).

Ikan pari merupakan salah satu ikan komoditi di Indonesia karena memiliki nilai ekonomis yang cukup tinggi. Perairan laut Indonesia merupakan negara yang paling banyak menangkap hiu dan pari (100.000 ton) dengan nilai ekspor produk hiu sebesar US \$ 13 juta (FAO, 1999). Nelayan Indonesia memanfaatkan seluruh bagian dari pari, misalnya daging untuk konsumsi, kulit yang disamak dan dijadikan kerajinan tangan, hati pari untuk diambil minyak ikannya, serta tulangnya untuk bahan baku lem (Rahardjo, 2007).



Gambar Ikan Pari

Secara sistematis, ikan pari dapat diklasifikasikan sebagai kingdom : Animalia, phylum : Chordata, sub phylum : Vertebratae, class : Elasmobranchii, ordo : Batoidei, family : Trygonidae, genus : *Dasyatis*, spesies : *Dasyatis* sp. Tulang ikan pari merupakan tulang yang berjenis tulang rawan. Besarnya rendemen kolagen yang dapat dihasilkan dari tulang ikan pari yaitu sebesar 54,2 % dari berat tulangnya. Sedangkan persentase berat tulang ikan pari terhadap berat totalnya yaitu sebesar 12,4%. Kolagen ikan pari yang dihasilkan berwarna coklat dengan bentuk serbuk agak kasar.

5.6. Kolagen Ikan Bandeng

Ikan bandeng mempunyai badan yang memanjang seperti torpedo dengan sirip ekor bercabang tergolong ikan perenang cepat, bermata bundar warna hitam dengan bagian tengahnya berwarna putih jernih, serta memiliki sisik yang berwarna putih

keperakan. Ikan bandeng mempunyai sirip punggung yang jauh dibelakang tutup insang dengan 14-16 jari-jari sirip punggung, 16-17 jari-jari sirip dada, 11-12 jari-jari sirip perut, 10-11 jari-jari anus (sirip anus/anal finn terletak jauh dibelakang sirip punggung), dan sirip ekor berlekuk simetris dengan 19 jari-jari (Kordi, 1995).

Di Indonesia, ikan bandeng banyak dipelihara di tambak. Pemeliharannya tersebar hampir di seluruh pulau besar di tanah air, seperti Jawa, Sumatera, Kalimantan, dan Sulawesi. Ikan Bandeng merupakan jenis ikan air payau, namun saat ini ikan Bandeng sudah mulai banyak dibudidayakan di kolam air tawar atau karamba apung air tawar. Umumnya ikan Bandeng segar mengandung 20% protein, 74% air dan 4,8% lemak (Saparinto, 2007).



Gambar Ikan Bandeng

Ikan bandeng secara sistematis diklasifikasikan sebagai kingdom : Animalia, phylum : Chordata, class : Pisces, Ordo : Malacopterigii, family : Chanidae, genus : Chanos, species : *Chanos chanos*. Kolagen ikan bandeng berbentuk serbuk atau

butiran-butiran halus dengan warna kuning kecoklatan. Besarnya rendemen kolagen yaitu sebesar 36,22 % dari berat tulang. Sedangkan persentase tulang terhadap berat total ikan bandeng yaitu sebesar 4%.

5.7. Kolagen Ikan Kakap

Ikan kakap merah dari keluarga Lutjanidae ini menurut Saanin (1984), mempunyai klasifikasi sebagai phylum :Chordata, subphylum : Vertebrata, class : Pisces, sub class : Teleostei, ordo : Percomorphi, sub ordo : Perciodea, famili : Lutjanidae, genus : Lutjanus, spesies : *L. altifrontalis*.

Ciri-ciri kakap merah (*Lutjanus* sp) mempunyai tubuh yang memanjang dan melebar, gepeng atau lonjong, kepala cembung atau sedikit cekung. Jenis ikan ini umumnya bermulut lebar dan agak menjorok ke muka, gigi konikel pada taring-taringnya tersusun dalam satu atau dua baris dengan serangkaian gigi caninnya yang berada pada bagian depan. Ikan ini mengalami pembesaran dengan bentuk segitiga maupun bentuk V dengan atau tanpa penambahan pada bagian ujung maupun penajaman. Bagian bawah pra penutup insang bergerigi dengan ujung berbentuk tonjolan yang tajam.



Gambar Ikan Kakap Merah

Tulang ikan kakap termasuk jenis tulang keras dengan tekstur tulang yang tebal dan berwarna putih. Kolagen tulang ikan kakap berwarna kecoklatan. Besar rendemen kolagen tulang ikan kakap yaitu sebesar 46,1% dari berat tulang keseluruhan.

5.8. Kolagen Ikan Lele

Ikan lele merupakan jenis ikan air tawar yang menurut Sunarma (2004), mempunyai klasifikasi yaitu termasuk kingdom : Animalia, phylum : Chordata, sub phylum : Vertebrata, kelas : Pisces, sub-class : Teleostei, ordo : Ostariophysi, sub-ordo : Siluroidea, familia : Clariidae, genus : Clarias, dan species : *Clarias batrachus*.



Gambar Ikan lele

Tulang ikan lele termasuk tulang keras yang memiliki warna putih akan tetapi dalam bentuk kolagen ikan lele berwarna coklat dengan bentuk *powder*. Besarnya persentase kolagen ikan lele yaitu 48,26% terhadap berat tulang ikan. Sedangkan persentase berat tulang terhadap berat total ikan lele yaitu sebesar 5%.

Berikut merupakan gambaran umum dari perolehan rendemen kolagen dari berbagai tulang ikan :

Tabel 10. Data Berat, Panjang dan Rendemen Kolagen dari berbagai Jenis Tulang Ikan

Nama Ikan	Berat Ikan (gram)	Panjang Total Ikan (cm)	Rendemen Kolagen (%)
Lele	456	31	48,26
Bandeng	366	33,5	36,22
Kakap Merah	338	27	46,10
Pari	1840	136	54,20

5.9. Pertanyaan :

1. Jelaskan manfaat kolagen dalam bidang kosmetik dan industri pengolahan pangan!
2. Jelaskan mekanisme pembuatan kolagen tulang ikan !
3. Jelaskan perbedaan masing-masing kolagen tulang ikan !

BAB

6

Beras Analog Super

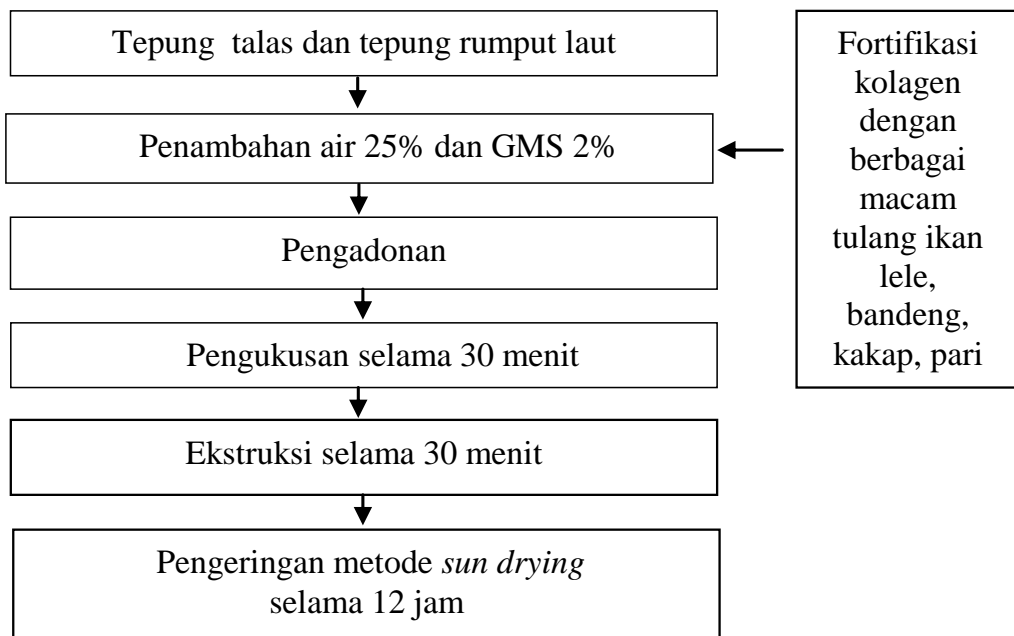
6.1. Beras Analog Super

Beras super merupakan tiruan dari beras yang terbuat dari bahan-bahan seperti umbi-umbian dan sereal yang bentuk maupun komposisi gizinya mirip seperti beras. Khusus untuk komposisi gizinya, beras analog bahkan dapat melebihi yang dimiliki beras. Beras super merupakan produk beras berbahan pangan lokal non beras yang diolah sedemikian rupa sehingga mempunyai karakteristik seperti beras, baik sifat-sifat fisik butiran, penanakan dan tekstur.

Beras super dengan sifat fungsional khusus memiliki prospek yang sangat baik, seperti produk beras analog yang kaya serat dapat bermanfaat untuk mengurangi kolesterol, mencegah obesitas atau untuk penderita diabetes yang perlu mengonsumsi karbohidrat rendah kalori dan beras analog yang diperkaya dengan protein dapat bermanfaat untuk mengurangi defisiensi protein. Di samping itu beras analog juga dikembangkan untuk menambah mineral dan vitamin pada beras. Beras super dapat diolah menggunakan teknologi granulasi dan ekstrusi. Namun teknologi ekstrusi lebih banyak dikembangkan

Beras super berbahan baku tepung talas dengan penambahan tepung rumput laut dan berbagai macam kolagen tulang ikan (bandeng, pari, kakap, lele). Ubi talas memiliki keunggulan yaitu patinya mudah untuk dicerna. Hal ini disebabkan talas memiliki ukuran granula pati yang sangat kecil yaitu 1 – 4 μm . Ukuran granula pati yang kecil dapat bermanfaat mengatasi masalah pencernaan. Talas memiliki potensi untuk dapat digunakan sebagai bahan baku tepung-tepungan karena memiliki kandungan pati yang tinggi, yaitu sekitar 70-80 % . Rendemen yang bisa didapatkan pun juga cukup tinggi, mencapai 28.7 %.

Pembuatan beras super mengacu pada penelitian Hasnelly *et al.* (2013), yaitu seperti yang tercantum pada Gambar.



Gambar . Diagram Alir Proses Pembuatan Beras Analog dengan Berbagai Macam Tulang Ikan Fortifikasi kolagen dengan berbagai macam tulang ikan

6.2. Analisa Proksimat

Analisa proksimat merupakan gambaran kasar komposisi nutrisi yang terkandung dalam suatu bahan pangan. Analisis proksimat meliputi kadar air, protein, lemak, abu, dan karbohidrat. Dari hasil penelitian dapat diketahui bahwa penambahan kolagen berbagai jenis tulang ikan mempunyai pengaruh nyata ($p < 0,5$) terhadap analisa proksimat beras analog super. Hasil analisa proksimat beras analog disajikan pada Tabel 11.

Tabel 11. Hasil Analisis Proksimat Beras Analog Super dengan Penambahan Kolagen Berbagai Jenis Ikan

No	Analisa	Kontrol	Pari	Bandeng	Lele	
1.	Kadar Abu(%)	3.47±0.5 ^a	9.80±0.07 ^b	7.49±0.03 ^b	9.05±0.06 ^c	7.
2.	Kadar Air(%)	10.43±0.04 ^c	4.86±0.09 ^a	5.29±0.08 ^b	6.87±0.02 ^c	7.
3.	Kadar Protein(%)	3.41±0.06 ^a	6.13±0.06 ^b	6.04±0.06 ^b	6.42±0.05 ^b	6.
4.	Kadar Lemak(%)	1.25±0.06 ^b	1.48±0.08 ^a	1.57±0.02 ^b	2.28±0.06 ^c	1.
5.	Karbohidrat(%)	81.43±0.07 ^b	81.28±0.1 ^b	79.69±0.09 ^a	75.37±0.01 ^a	75.

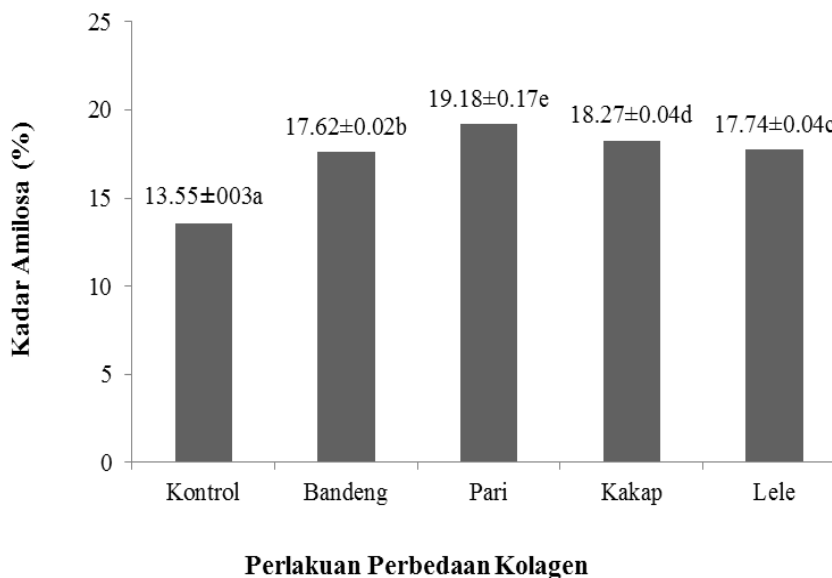
Kadar protein yang terdapat pada beras analog super mempunyai komposisi yang berbeda-beda. Hal tersebut dikarenakan setiap jenis kolagen tulang ikan mempunyai kandungan asam amino yang berbeda pula. Menurut Darmanto *et al.* (2012), bahwa kolagen dari berbagai jenis tulang ikan mempunyai komposisi kimia yang terlihat bahwa kandungan protein tertinggi terdapat pada beras analog dengan penambahan kolagen dari tulang ikan lele, sedangkan kandungan protein yang paling rendah dimiliki dengan penambahan kolagen dari tulang ikan bandeng.

Kadar abu pada beras analog kontrol sebesar 3,470 sedangkan dengan penambahan kolagen diperoleh nilai kadar 7,220% - 9,800%. Hal tersebut disebabkan oleh perbedaan kandungan mineral yang terdapat pada masing-masing kolagen tulang ikan. Menurut Marsono *et al.* (2002), kolagen selain sebagai sumber protein juga mengandung unsur-unsur mineral seperti kalium, kalsium, fosfor, natrium dan besi. Hal ini juga diperkuat oleh Darmanto *et al.* (2010), Penambahan kolagen dari tulang ikan nila meningkatkan kadar abu, karena di dalam tulang ikan mengandung unsur mineral. Berdasarkan Tabel .kandungan kadar abu dan protein akan berpengaruh terhadap kadar air bahan tersebut. Hal ini disebabkan oleh perbedaan kandungan asam amino masing-masing ikan akan menyebabkan perpindahan air yang berbeda pula Menurut Darmanto *et al.*, (2014), perbedaan kandungan protein dan mineral pada kolagen akan berpengaruh terhadap WHC (*water holding capacity*), serta memberikan efek pada posisi air (*monolayer water* dan *multilayer water*) suatu bahan.

6.3. Kadar Amilosa

Kadar amilosa suatu bahan baku merupakan hal yang sangat esensial dalam proses pembuatan beras analog, karena besar kecilnya kandungan amilosa akan menentukan tingkat kepulenan nasi dan sifat fungsionalnya. Amilosa pada beras akan

mempengaruhi mutu dan penerimaan konsumen (Avaro *et al.*, 2009).



Gambar .Kandungan Amilosa pada Beras Analog Berbagai Jenis Kolagen

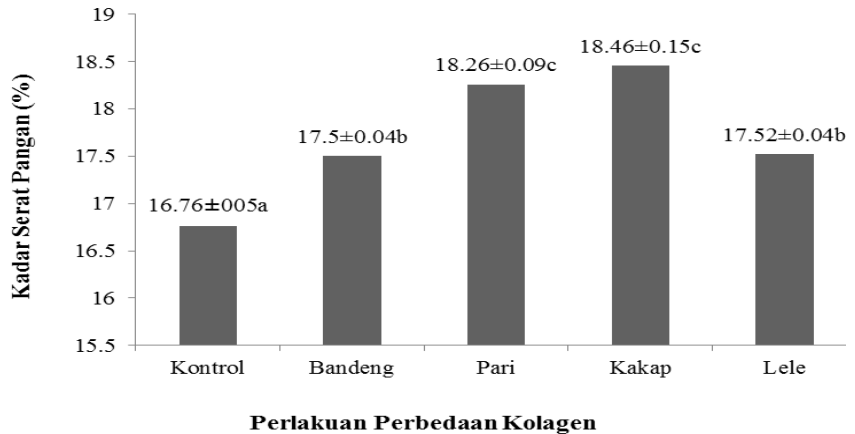
Hasil analisa kadar amilosa pada beras analog dengan penambahan berbagai jenis kolagen tersaji pada Gambar .Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan kolagen dari berbagai jenis ikan mempunyai pengaruh nyata ($p < 0,5$) terhadap kandungan amilosa. Kadar amilosa tertinggi pada perlakuan penambahan kolagen ikan pari sebesar 19.18% sedangkan kadar amilosa terendah pada perlakuan kontrol yaitu 13.61%.Hal ini disebabkan oleh tingginya kadar abu pada beras analog dengan penambahan kolagen ikan pari. Semakin tinggi kadar abu suatu bahan pangan, maka semakin tinggi pula kandungan mineral yang terdapat

didalamnya. Menurut Winarti *et al.* (2015), bahwa semakin tinggi kandungan mineral akan meningkatkan kadar pati karena peran mineral dengan pati mampu membentuk ikatan silang dengan amilosa dan amilopektin, sehingga tidak mudah hilang pada proses pemanasan. Adanya mineral dalam pati akan merusak ikatan antara pati dengan molekul air dan membentuk ikatan silang dengan ikatan amilosa dan amilopektin yang ada dalam pati yang juga dinamakan jembatan kalsium.

Kadar amilosa beras analog talas pada penelitian ini termasuk pada golongan beras beramilosa rendah (10-20%). Menurut Allidawati dan Bambang (1989) dalam Aliawati (2003), berdasarkan kadar amilosa, beras diklasifikasikan menjadi beras beramilosa sangat rendah (< 10%), beras beramilosa rendah (10-20%), beras beramilosa sedang (20-24%), dan beras beramilosa tinggi (> 25%). Beras dengan kadar amilosa rendah setelah dimasak akan menghasilkan nasi yang lengket, beras dengan kadar amilosa tinggi akan menghasilkan nasi yang tidak lengket (pera) sedangkan beras yang beramilosa sedang pada umumnya mempunyai tekstur nasi yang pulen (Damardjati, 1995). Makin banyak amilosa maka pati makin sulit mengalami gelatinisasi dan makin mudah bergabung membentuk struktur kristal padat atau mengalami retrogradasi (Sharma *et al.*, 2008).

6.4. Serat Pangan

Rumput laut jenis *E.cottoni* memiliki serat-serat yang berasal dari dinding sel yang terdiri dari beberapa jenis karbohidrat diantaranya selulosa, hemiselulosa, pektin, dan nonkarbohidrat seperti polimer lignin, beberapa gum, dan musilase (Poedjiadi, 1994). Hasil analisa serat pangan beras analog disajikan pada Gambar



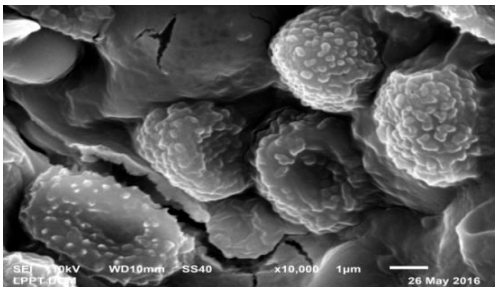
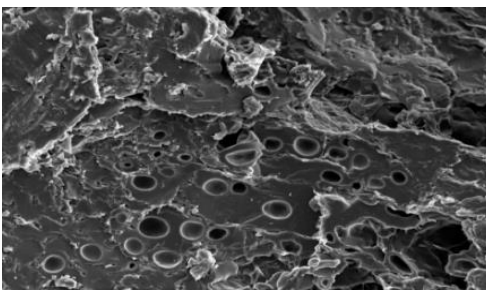
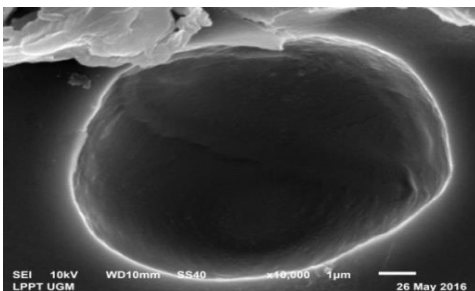
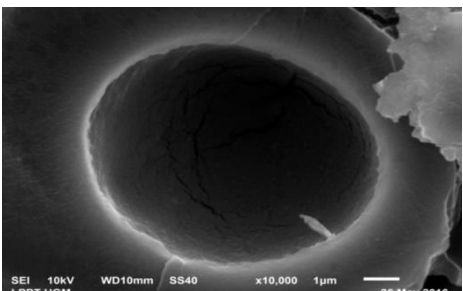
Gambar 2 . Hasil Analisa Serat Pangan Beras Analog

Gambar . menunjukkan bahwa penambahan kolagen dari beberapa jenis tulang ikan memberikan pengaruh berbeda nyata ($p < 0.05$) terhadap kandungan serat pangan pada beras analog. Kadar serat pangan tertinggi diperoleh pada kolagen ikan kakap sebesar 18.46% sedangkan kadar serat pangan terendah pada perlakuan kontrol yaitu 16.76%. Menurut Kurniawati (2013), beras analog pada umumnya mempunyai kandungan serat pangan sebesar 13.3%. Besar kecilnya serat pangan akan berpengaruh terhadap

aktivitas enzim pencernaan. Selain itu akan memberikan rasa kenyang lebih lama dan menghambat pencernaan dalam usus (Sadek *et al.*, 2016).

6.5. Ukuran Partikel

Scanning Electron Microscopy (SEM) merupakan salah satu metode untuk melihat ukuran dan morfologi suatu bahan pangan dengan prinsip menembakkan electron ke dalam partikel yang sangat kecil. Hasil analisa SEM beras analog disajikan pada Gambar 3,4,5, dan 6.

 <p>SEI 10kV WD10mm SS40 x10,000 1µm 26 May 2016</p>	 <p>SEI 10kV WD10mm SS40 x500 50µm LPPT UGM</p>
<p>Gambar .Beras Analog Kontrol</p>	<p>Ikan Bandeng</p>
 <p>SEI 10kV WD10mm SS40 x10,000 1µm 26 May 2016</p>	 <p>SEI 10kV WD10mm SS40 x10,000 1µm 26 May 2016</p>
<p>Gambar 5.Beras Analog Kolagen Ikan Lele</p>	<p>Gambar 6. Beras Analog Kolagen Ikan Kakap</p>

Gambar 4,5,6 menggunakan perbesaran 10000x terlihat bahwa beras analog dengan penambahan kolagen ikan bandeng mempunyai ukuran granul yang homogen dengan persebaran kolagen yang merata. Penambahan kolagen ikan bandeng terlihat permukaan yang halus, sedikit lekukan berupa gumpalan dan terdapat pori yang cukup banyak. penambahan kolagen lele terlihat permukaan yang halus dan terdapat sedikit pori. Sedangkan penambahan kolagen kakap terlihat permukaan yang masih terdapat gumpalan dengan sedikit pori.

Menurut Zaidar *et al.* (2013), morfologi dengan sedikit lekukan dapat disebabkan penambahan tepung rumput laut yang kurang homogen. Namun, dengan penambahan kolagen butiran pada beras analog berkurang sehingga tampak permukaan yang halus dan rata. Terdapat pori pada sampel beras analog yang ditambahkan kolagen hal ini dikarenakan proses suhu pemasakan. Leelayuthsoontorn dan Thipayarat (2005), peningkatan ukuran pori dan ketebalan tekstur spons diakibatkan suhu yang meningkat saat proses memasak.

6.6. Analisa Hedonik

Analisa hedonik merupakan analisa kesukaan konsumen bertujuan untuk mengetahui daya terima melalui parameter warna, aroma, tekstur dan keseluruhan dari beras analog dengan

penambahan kolagen dari berbagai jenis tulang ikan. Hasil analisa hedonik beras analog disajikan pada Tabel 12.

Tabel 12. Analisa Hedonik Beras Analog

Fortifikasi kolagen	Parameter			
	Warna	Aroma	Tekstur	Keseluruhan
Kontrol	3.81±0.57 ^a	3.45±0.41 ^b	3.78±0.59 ^a	3.51±0.46 ^a
Bandeng	3.85±0.63 ^a	2.94±0.39 ^a	3.75±0.92 ^a	3.67±0.17 ^b
Pari	3.70±0.59 ^a	2.96±0.41 ^a	3.40±0.61 ^a	3.45±0.49 ^a
Kakap	3.81±0.33 ^a	3.25±0.67 ^{ab}	3.55±0.66 ^a	3.55±0.28 ^a
Lele	3.78±0.46 ^a	3.01±0.39 ^{ab}	3.84±0.71 ^a	3.54±0.44 ^a

Keterangan : notasi yang berbeda menunjukkan ada perbedaan yang signifikan.

Tabel 12. menunjukkan bahwa fortifikasi kolagen tidak memberikan pengaruh terhadap warna beras analog. Berdasarkan data yang diperoleh rata-rata tingkat kesukaan panelis terhadap warna beras analog berkisar antara 3.70-3.85 yang menunjukkan panelis biasa hingga suka terhadap warna beras analog yang dihasilkan yaitu berwarna putih kecokelatan. Hasil perlakuan yang disukai oleh panelis yaitu perlakuan fortifikasi kolagen bandeng dengan nilai 3.85. Menurut Agusman *et al.* (2014), warna merupakan salah satu atribut penting yang menentukan faktor penerimaan pangan oleh konsumen.

Parameter aroma menunjukkan bahwa ada sepasang perlakuan yang berbeda nyata. Rata-rata nilai kesukaan terhadap

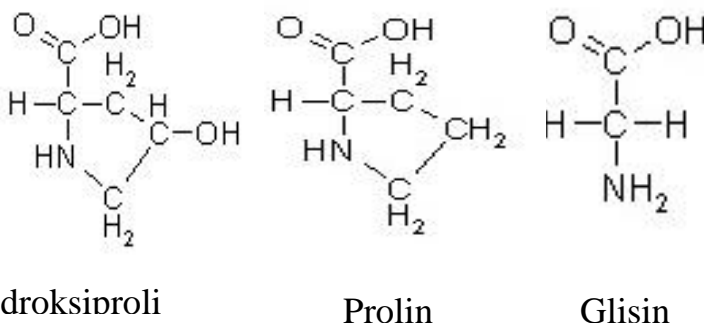
aroma beras analog berbasis tepung talas berkisar 2.94 – 3.45. Hasil perlakuan yang disukai oleh panelis yaitu perlakuan kontrol dengan nilai 3.45, Menurut Gestarini *et al.* (2014), aroma enak talas akan tetap bertahan pada saat tertentu sehingga akan meningkatkan penilaian panelis. Parameter tekstur menunjukkan bahwa fortifikasi kolagen tidak berpengaruh terhadap tekstur beras analog. Berdasarkan data yang diperoleh rata-rata nilai kesukaan terhadap tekstur beras analog berkisar 3.55-3.84% artinya panelis suka terhadap tekstur beras analog. Pengujian tekstur dilakukan untuk melihat kerapuhan atau kemudahan patah dari beras yang dihasilkan. Semakin kuat dan tidak rapuh beras maka semakin baik beras yang dihasilkan. Pada penelitian ini menghasilkan tekstur yang cukup keras dan tidak rapuh, sehingga panelis memberi kesan suka terhadap beras analog talas yang dihasilkan.

Parameter keseluruhan sensori beras analog menunjukkan bahwa fortifikasi kolagen berpengaruh nyata terhadap keseluruhan sensori beras analog. Berdasarkan data yang diperoleh dari Tabel 2. Rata-rata nilai kesukaan terhadap keseluruhan beras analog berbasis tepung talas berkisar 3.51-3.67% artinya panelis biasa hingga suka terhadap keseluruhan beras. Fortifikasi kolagen pari menghasilkan beras analog dengan penerimaan keseluruhan terendah yaitu sebesar 3.45 (biasa). Beras analog dengan fortifikasi kolagen bandeng memiliki rata-rata lebih tinggi dari parameter

warna, aroma, dan penerimaan secara keseluruhan dibandingkan beras analog yang lain.

6.7. Analisis Asam Amino

Kolagen terdiri dari tiga rantai asam amino. Setiap rantai sebagai rangkaian dari tiga asam amino yaitu glisin, prolin, dan hidroksiprolin dalam urutan yang berulang. Struktur kolagen dapat dilihat pada gambar....



Gambar 1 . Struktur Kimia Kolagen

Menurut Alhana (2015), komposisi asam amino yang utama pada kolagen adalah glisin, alanin, asam glutamat, dan prolin. Molekul dasar kolagen terbentuk dari tiga rantai polipeptida yang saling berpilin membentuk struktur *triple helix* dengan susunan asam amino yang khas yaitu glisin-prolin-hidroksiprolin. Pengamatan komposisi asam amino kolagen tulang ikan kakap, patin dan swanggi di fokuskan pada glisin, prolin, alanin, dan asam glutamat. Hasil Analisis dapat dilihat pada tabel 13.

Tabel 13. Hasil Analisis Asam Amino Beras Analog

No	Asam Amino	Unit	Kontrol	Bandeng	Pari	Kakap	Lele
1	L-Histidin	ppm	1196,52	747,42	659,41	704,89	756,21
2	L-Serin	ppm	3355,33	3239,71	3065,96	3269,61	3513,16
3	L-Arginin	ppm	2441,93	3472,22	3386,99	3648,92	3767,96
4	Glisin	ppm	2613,50	5379,44	5283,05	5397,40	4823,58
5	L-Asam Aspartat	ppm	4754,64	6101,93	6517,59	5584,63	6151,98
6	L-Asam Glutamat	ppm	7022,38	11006,64	8490,98	8443,61	8102,69
7	L-Theorin	ppm	2443,90	2213,10	2173,73	2265,46	2277,48
8	L-Alanin	ppm	3613,53	3784,76	4229,69	3925,08	3690,65
9	L-Prolin	ppm	3179,61	3458,08	3267,27	4040,45	3186,23
10	L-Sistin	ppm	216,27	<161,24	<161,24	<161,24	168,83
11	L-Lisin HCl	ppm	2170,76	2862,04	2678,69	2235,35	2513,69
12	L-Tirosin	ppm	1730,37	1142,16	1179,74	1073,43	1209,30
13	L-Metionin	ppm	1043,70	717,17	650	729,92	722,55
14	L-Valin	ppm	2721,52	2548,6	2688	2604,55	2670,78
15	L-Isoleusin	ppm	1841,94	1541,48	1558,06	1359,24	1406,11
16	L-Leusin	ppm	6617,22	3492,58	3459,09	3275,65	3239,71
17	L-Phenilalanin	ppm	2776,36	2301,16	2225,37	2591,63	2444,92
18	Triptophan	ppm	477,25	602,43	618,34	571,87	652,64

Berdasarkan hasil yang tertera pada tabel 13, komposisi asam amino glisin dan prolin tertinggi yaitu pada beras analog dengan penambahankolagen ikankakap sebesar 5397,40ppm, dan 4040,45ppm. Namun demikian, beras analog dengan penambahan kolagen tulang ikan lele memiliki kandungan asam amino glisin dan prolin yang paling rendah yaitu sebesar 4823,58ppm, dan

3186,23 ppm. Selain glisin dan prolin yang menjadi komposisi utama asam amino pada kolagen, terdapat pula alanine dan asam glutamat yang menjadi komponen asam amino kolagen tulang ikan. Alanin tertinggi terdapat pada beas analog ikan pari yaitu sebesar 4229,69 ppm, sedangkan asam glutamat tertinggi terdapat pada beras analog penambahan kolagen tulang ikan bandeng yaitu sebesar 11006,64 ppm. Perbedaan hasil profil asam amino pada beras analog ini disebabkan oleh perbedaan habitat kolagen tulang ikan. Menurut Aziz (2013), habitat ikan berpengaruh terhadap kandungan kimia di dalam dagingnya seperti proksimat, asam amino dan lemak.

Menurut Ogawa (2004), mengatakan bahwa komposisi asam amino protein kolagen didominasi oleh prolin, glisin, alanin, asam glutamat, dan hidroksiprolin. Protein kolagen yang bermutu tinggi mengandung komposisi asam amino glisin, alanin, prolin, hidroksiprolin, dan asam glutamat dengan sifat amfoter tinggi. Di mana jenis kolagen ini dapat membentuk struktur heliks yang paling stabil terhadap perubahan suhu dan pH. Protein yang memiliki minimal 3 dari 5 jenis asam amino dapat dikatakan protein kolagen yang bermutu baik karena memiliki keistimewaan dalam pemanfaatannya, yakni : mudah diserap dan mengalami degradasi dalam tubuh, tidak toksik dan biokompatibel, mudah dimodifikasi dan mudah di formulasikan.

Perbedaan komposisi ini berdasarkan karena kandungan protein pada masing-masing kolagen juga berbeda beda. Semakin tinggi kandungan asam amino, maka semakin tinggi pula protein yang terkandung didalam bahan pangan tersebut, karena salah satu fungsi dari asam amino adalah penyusun protein. Kandungan protein tertinggi terdapat pada kolagen tulang ikan patin sedangkan kandungan protein terendah terdapat pada kolagen tulang ikan swanggi. Menurut Nurhayati *et al*(2014), selain gugus fungsi, komposisi asam amino juga menentukan karakteristik kolagen. Kolagen merupakan protein fibrin (protein berbentuk serabut) yang tersusun atas beberapa asam amino. Pada umumnya glisin menjadi asam amino penyusun kolagen terbanyak.

Tabel 14. Hasil Analisis Karakteristik Fisik Beras Analog

Perlakuan	waktu tanak (Menit)	Daya Serap Air (%)
Kontrol	16.33 ± 0.577 ^a	233,33 ± 15.275 ^a
bandeng	15.89 ± 0.00 ^b	206.33 ± 5.508 ^b
pari	15.67 ± 0.577 ^b	206.67 ± 11.547 ^b
kakap	15,65± 0,00 ^b	208± 7.937 ^b
lele	15,67±0,568 ^b	207±10,55b

Berdasarkan Tabel 14. hasil analisis waktu tanak beras menunjukkan hasil berbeda nyata antar perlakuan antara control

dengan beras analog kolagen bandeng, pari, kakap, dan lele. Waktu tanak beras analog talas berkisar antara 15-16 menit. Waktu tanak beras analog talas hampir sama dengan penelitian yang dilakukan Muslikatin (2012), beras analog berbahan dasar beras menir yang ditambah tepung rumput laut memiliki waktu tanak berkisar 17–18 menit. Lamanya waktu tanak beras analog ikan kakap diduga karena lebih tingginya nilai daya serap air selama pemasakan. Hal tersebut diperkuat oleh Budijanto dan Yuliyanti (2012) yang menyatakan bahwa lama waktu tanak beras berkaitan dengan nilai densitas kamba dan daya serap air. Waktu tanak beras yang lama biasanya juga menunjukkan nilai densitas kamba yang lebih besar dan daya serap air beras selama proses pemasakan yang lebih tinggi. Waktu tanak beras analog merupakan parameter mutu fisik yang cukup penting dalam pemasakan beras analog. Hal tersebut karena diharapkan lama waktu tanak beras analog dapat lebih cepat dari beras sosoh yang menurut penelitian Noviasari *et al.* (2013) memiliki lama waktu tanak 20-30 menit. Waktu tanak beras analog pada penelitian ini hampir sama dengan penelitian beras analog berbahan dasar tepung menir Muslikatin (2012) yang berkisar antara 17–18 menit, namun lebih lama 2 menit dari penelitian beras analog dengan penambahan tepung rumput laut *E. cottonii* Agusman *et al.* (2014) yang memiliki lama waktu tanak 13 menit. Namun, secara umum, nilai waktu tanak

ketiga jenis beras analog pada penelitian ini sudah lebih cepat dari waktu tanak beras sosoh.

6.8. Daya Serap Air Beras Analog

Hasil analisis dengan ANOVA menunjukkan bahwa fortifikasi kolagen terhadap daya serap air beras analog tidak memberi pengaruh berbeda nyata antar perlakuan. Daya serap air pada beras analog berkisar 207-233.33% hampir sama dengan daya serap air beras analog penelitian Franciska *et al.* (2015) yaitu 206.6 – 267.9 %. Daya serap air beras analog mengalami penurunan seiring dengan meningkatnya fortifikasi nanokalsium. Menurut Yudanti *et al.* (2015), semakin banyak penambahan campuran dalam pembuatan beras analog semakin rendah pula daya serap air dari butiran beras masing-masing perlakuan. Menurut Franciska *et al.* (2015), semakin besar nilai daya serap air, maka semakin banyak air yang dibutuhkan untuk menanak nasi. Daya serap air beras menurut Hui (1992) biasanya berbanding lurus dengan besarnya densitas kamba beras. Daya serap air beras analog cukup tinggi karena sifat dari tepung yang mudah mengikat air karena merupakan produk kering dengan ukuran partikel kecil. Menurut Yuwono dan Zulfiah (2015) yang menyatakan bahwa serat memiliki daya serap air yang tinggi karena memiliki ukuran polimer yang besar, struktur yang kompleks dan banyak mengandung gugus hidroksil. Selain itu, komponen utama serat

berupa selulosa memiliki fungsi sebagai pengikat air dan kation bahan, sehingga apabila dikonsumsi oleh manusia, serat akan mengikat kation dalam intestinum yang akan menurunkan pH intestinum. Enzim-enzim perombak karbohidrat dalam usus kemudian akan bekerja lebih lambat yang menyebabkan kenaikan glukosa dari karbohidrat yang terserap oleh darah menjadi tidak fluktuatif.

6.9. Nilai Indeks Glikemik Beras Analog

Beras yang digunakan sebagai sampel dalam uji Indeks Glikemik (IG) adalah beras dengan semua perlakuan. Jumlah relawan yang memenuhi syarat sebagai subjek pengukuran indeks glikemik sebanyak 15 orang yang terdiri atas 8 orang laki-laki dan 7 orang wanita. Menurut Rimbawan dan Siagian (2004) perbedaan antara jumlah laki-laki dan wanita tidak terlalu berpengaruh signifikan terhadap hasil pengujian nilai indeks glikemik produk. Data 15 orang tersebut kemudian diseleksi dan didapatkan 10 data yang ditampilkan pada penelitian ini. Menurut FAO dan WHO (1998), jumlah minimal subjek dalam pengukuran indeks glikemik adalah 10 orang dengan syarat subjek adalah orang yang sama untuk masing-masing pangan yang diujikan.

Penelitian ini menggunakan pangan acuan yaitu glukosa murni sebanyak 50 g. Alasan penggunaan glukosa murni adalah kemampuannya diserap tubuh mencapai 100 % sehingga nilai

IGnya dapat disetarakan dengan angka 100. Menurut Miller *et al.* (1992) pangan acuan yang dapat digunakan dalam perbandingan nilai IG adalah roti tawar. Perbandingan nilai indeks glikemik beras analog dapat dilihat pada Tabel 3. Berdasarkan hasil pengambilan gula darah, nilai indeks glikemik terendah terdapat pada nasi analog dengan kolagen kakap yaitu 30,24. Hasil tersebut menunjukkan bahwa nasi analog dari tergolong dalam kategori IG rendah (<55). Beban glikemik nasi analog adalah 10,70 yang termasuk dalam kategori rendah.

Tabel 15. Penentuan Indeks Glikemik dan Beban Glikemik

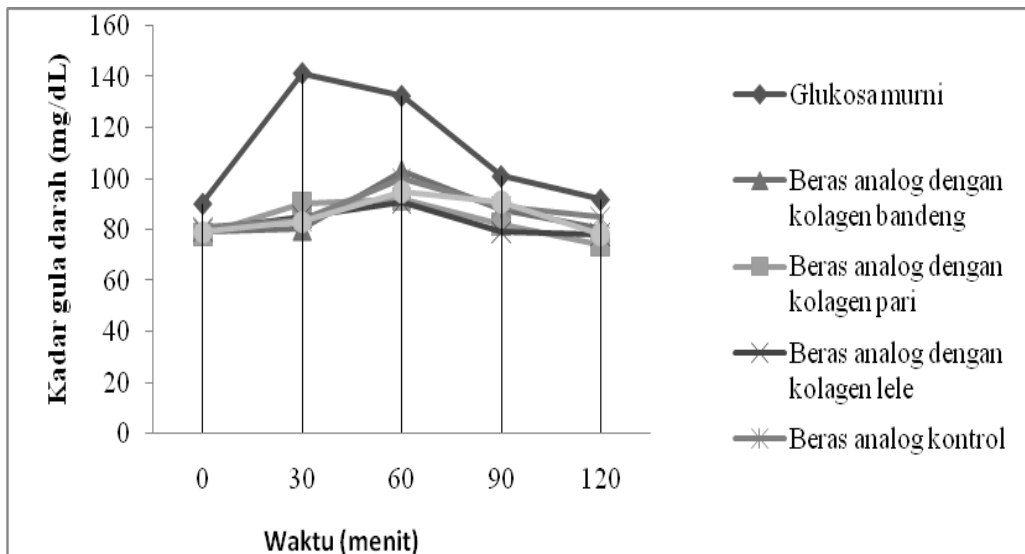
Sampel	Indeks Glikemik	Kategori IG	Beban Glikemik	Kategori BG
Nasi analog kolagen kakap	30,24	Rendah	10,70	Rendah
Nasi analog kolagen pari	33,75	Rendah	12,11	Sedang
Nasi analog kolagen lele	35,51	Rendah	14,13	Sedang
Nasi analog kolagen bandeng	45,51	Rendah	18,79	Sedang
Nasi analog kontrol	48,87	Rendah	20,25	Tinggi

Menurut Dini (2013) indeks glikemik merupakan suatu cara untuk memberikan gambaran mengenai hubungan antara karbohidrat dalam pangan dengan respon glukosa darah. Pangan yang memiliki IG rendah dapat mengoptimalkan kontrol glikemik

sehingga dapat mencegah dan mengobati penyakit DM tipe 2 dengan memperlambat absorpsi karbohidrat. Indeks glikemik dikelompokkan menjadi IG rendah (<55), IG sedang (55-75), dan IG tinggi (>75). Disamping IG, BG makanan juga penting diperhatikan. Tujuan BG yaitu menilai dampak konsumsi karbohidrat dengan memperhitungkan IG makanan. Semakin rendah karbohidrat suatu makanan, maka BG juga akan semakin rendah, sehingga resiko pemicuan kadar glukosa darah juga berkurang. Beban glikemik makanan dapat dikelompokkan menjadi BG rendah (<11), BG sedang (11-19), dan BG tinggi (>20).

Nilai indeks glikemik yang rendah diduga karena tingginya kandungan serat dalam yaitu sebesar $18,400 \pm 0,707$ % dan rendahnya nilai kalori dari tepung talas sebagai bahan baku. Hal tersebut diperkuat oleh Dini (2013) yang menyatakan bahwa serat makanan berperan dalam penghambatan penyerapan makanan di dalam saluran pencernaan yang mengakibatkan menurunnya nilai IG suatu pangan. Makanan tanpa kandungan serat menyebabkan pelepasan glukosa yang cepat sehingga membutuhkan banyak insulin untuk mengubah glukosa tersebut menjadi energi. Menurut Budijanto (2011) Tepung talas sering dijadikan bahan baku pembuatan beras analog karena memiliki karakteristik yang hampir mirip terigu dan tepung beras, namun bebas gluten dan rendah kalori.

Menurut Indrasari *et al.* (2008) pangan dengan IG rendah akan dicerna dan diubah menjadi glukosa secara bertahap dan perlahan-lahan, sehingga fluktuasi peningkatan kadar gula relatif pendek. Hal ini sangat penting bagi penderita diabetes dalam mengendalikan kadar gula darah. Berdasarkan pembahasan tersebut diketahui bahwa beras analog dapat menjadi solusi sebagai pangan anti-diabetes karena mengandung IG rendah dan serat yang tinggi. Hasil IG untuk kedua jenis beras analog lainnya dalam penelitiannya, diduga sama karena memiliki kadar serat yang tidak berbeda nyata dan komposisi proksimat yang tidak jauh berbeda.



Gambar . Kurva Perubahan Kadar Gula Darah

6.10. Pertanyaan :

1. Jelaskan apa yang dimaksud beras analog super!
2. Jelaskan mekanisme pembuatan beras analog super!
3. Bagaimana hubungan antara kadar amilosa dan serat pangan beras analog super ?
4. Bagaimana hubungan antara kadar prokdimat dan Indeks Glikemik beras analog super?

DAFTAR PUSTAKA

- [FAO] Food and Agriculture Organization. 1999. The living marine resources of the Western Central Pacific. Ed ke-3. Massachusetts (US): Sinauer Associates, Inc. Publisher.
- [IUCN] International Union for Conservation of Nature. 2013. IUCN Red List of Threatened Species. IUCN International Union Conservation for Nature [Internet]. (26 Mei 2014, [26 May 2014]); Version 2013(2):Switzerland.
- Afriwanti, M.D. 2008. Mempelajari Pengaruh Penambahan Tepung Rumput Laut (*Kappaphycus alvezii*) terhadap Karakteristik Fisik Surimi Ikan Nila (*Oreochromis* sp.). Skripsi. IPB. Bogor.
- Agusman, Siti N. K. A. Dan Murdinah. 2014. Penggunaan Tepung Rumput Laut *Eucheuma Cottonii* pada Pembuatan Beras Analog dari Tepung *Modified Cassava Flour (Mocaf)*. JPB Perikanan. 9 (1) : 1-10.
- Ahmad M, Benjakul S. 2010. Extraction and characterisation of pepsin solubilised collagen from the skin of unicorn leatherjacket (*Aluterus monoceros*). Food Chemistry 120:817-824.
- Ahmad, F., Sulaiman, M.R., Saimon, W., Yee, C.F., and Matanjun, P. 2012. Proximate Compositions and Total Phenolic Contents of Selected Edible Seaweed from Semporna, Sabah, Malaysia. Borneo Science 31(1):85-96.
- Alhana, Pipih Suptijah, Kustiariyah Tarman. 2015. Ekstraksi dan Karakteristik Kolagen. JPHPI 2015, Volume 18 Nomor 2
- Aliawati, G. 2003. Teknik Analisis Kadar Amilosa dalam Beras. Buletin Teknik Pertanian. 8 (2).

- Almatsier S. 2003. Prinsip Dasar Ilmu Gizi. Jakarta (ID): Gramedia Pustaka Utama
- Anggadiredja, J.T., Zatnika, A., Purwanto, H., dan Istini, S. 2006. Rumput Laut. Cetakan I. Penebar Swadaya. Jakarta.
- AOAC. 2007. Official Methods of Analysis of The Association of Official Analytical Chemist. Inc., Washington, DC.
- Apriani, Rd. R. N. 2011. Karakteristik Empat Jenis Umbi Talas Varian Mentega, Hijau, Semir, dan Beneng serta Tepung yang Dihasilkan dari Keempat Varian Umbi Talas. Food Sciences Peer Reviewed Scientific e-Journal. 1(1).
- Avaro M.R.A., L. Tong., dan T. Yoshida. 2009. *A Simple And Low-cost Method to Classify Amylose Content of Rice Using a Standard Color Chart*. Jurnal Plant Prod Sci 12: 97-99.
- Awet pada Suhu Kamar. Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia. 5(4) : 58-69
- Aziz A. F., Nematollahi, A., Siavash, & Saei-Dehkordi, S. (2013). Proximate composition and fatty acid profile of edible tissues of *Capoeta damascina* (Valenciennes, 1842) reared in freshwater and brackish water. *Journal of Food Composition and Analysis*, 32, 150-154.
- Bester C. 2011. Blue Spotted Stingray. Florida (US): Ichthyology Department, Florida Museum of Natural History.
- BPS (Badan Pusat Statistik). 2006. Konsensus Pengelolaan dan Pencegahan Diabetes Melitus Tipe II di Indonesia. BPS. Jakarta

- Budijanto S. 2011. Pengembang Rantai Nilai Serealia Lokal (Indegenous Cereal) untuk Memperkokoh Ketahanan Pangan Nasional. Laporan Program Riset Strategi Kemenristek. Serpong.
- Budijanto, S. dan Yuliyanti. 2012. Studi Persiapan Tepung Sorgum (*Sorghum bicolor* L. Moench) dan Aplikasinya pada Pembuatan Beras Analog. Jurnal Teknologi Pertanian 13 (3): 177-186.
- Chai HJ, Li JH, Huang HN, Li TL, Chan YL, Shiau CY, Wu CJ. 2010. Effects of size and conformations of fish-scale collagen peptides on facial skin qualities and transdermal penetration efficiency. Journal of Biomedicine and Biotechnology 2010 :1-9.doi:10.1155/2010/757301.
- Dalimunthe, H. 2012. Karakteristik Fisik, Kimia dan Organoleptik Donat Kentang Ready to Cook Setelah Proses Pembekuan. Skripsi. Fakultas Pertanian. Universitas Andalas. Padang.
- Damardjati, D. S. 1995. Karakteristik Sifat Standarisasi Mutu Beras sebagai Landasan Pengembangan Agribisnis dan Agroindustri Padi di Indonesia. Orasi Pengukuhan Ahli Peneliti Utama. Bogor: Balai Penelitian Bioteknologi Tanaman Pangan.
- Darmanto, Y.S., F. Swastawati dan T. W. Agustini. 2010. Manfaat dan Karakteristik Kolagen dari Berbagai Limbah Tulang Ikan. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Darmanto, Y.S., T. W. Agustini., F. Swastawati dan I.A. Bulushi. . 2014. *The Effect of Fish Bone Collagens in Improving Food Quality*. International Food Reaearch Journal. Vol 21(3): 891-896

- Dini, R.A. 2013. Pengaruh Substitusi Tepung Ampas Kelapa Terhadap Nilai Indeks Glikemik, Beban Glikemik, dan Tingkat Kesukaan Roti. Artikel Penelitian. Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro. Semarang.
- Draelos ZD, Thaman LA. 2006. *Cosmetic Science and Technology Series*. Volume ke-30, *Cosmetic Formulation of Skin Care Products*. New York (US): Taylor & Francis Group
- Dulvy NK, JD Reynolds. 1997. Evolutionary transitions among egg-laying, livebearing and maternal inputs in sharks and rays. *Env Biol Fish* 38:59-71. London(GB): *Biology Science*. 264:1309-1315.
- Dunn, B. 2006. Quantitative amino acid analysis. *In: Colligan, J.E. et al. (eds.). Current Protocols in Protein*. John Wiley and Sons, New York.
- FAO/ WHO. 1998. *Carbohydrates in Human Nutrition*. FAO. Rome.
- Foster-Powell, K.F., Holt, S.H.A., Miller, J.C.B. 2002. International Table of Glicemic Index and Glycemic Load Values. *The American Journal of Clinical Nutrition* 76(1):5-56.
- Franciska, C.Y., Tamrin, Waluyo, S., and Warji. 2015. Pembuatan dan Uji Karakteristik Fisik Beras Analog dengan Bahan Baku Tepung Cassava yang Diperkaya dengan Protein Ikan Tuna. *Artikel Ilmiah Teknik Pertanian Lampung*: 39- 44.
- Gestarini, C., E. Y. Aritonang, dan A.Siagian. 2014. Daya Terima Beras Analog dari Tepung Ubi Kayu Sebagai Pangan Pokok di Desa Tanjung Beringin Kecamatan Kabupaten Dairi. *Fakultas Kesehatan Masyarakat. Universitas Sudirman*:1-8.

- Gutiérrez¹, Ruiz., Q. Ramos., M. Pizarro., T. Abbud., Barnard., M. Meléndez¹, And L. Gutiérre. 2012. Nixtamalization in Two Steps with Different Calcium Salts and The Relationship with Chemical, Texture and Thermal Properties in Masa And Tortilla. *Journal of Food Process Engineering*. 35(2012):772–783.
- Hui, Y.H., 1992. *Encyclopedia of Food Science and Technology*. Jhon Wiley and Sons Inc. New York.
- Indrasari, S.D., Purwani, E.Y., Wibowo, P., dan Jumali, J. 2008. Nilai Indeks Glikemik Beras Beberapa Varietas Padi. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* 27(3):127-134.
- Istini, S., Zatnika, A., dan Suhaimi. 1985. *Manfaat dan Pengolahan Rumput Laut*. Seafarming Workshop Report, Bandar Lampung, 28 Oktober-1 November 1985.
- Kittiphattanabawon P, Benjakul S, Visessanguan W, Kishimura H, Shahidi F. 2010. Biomedical applications of collagen. Isolation and Characterisation of collagen from the skin of brownbanded bamboo shark (*Chiloscyllium punctatum*). *Food Chemistry* 119:1519–1526. doi:10.1016/j.foodchem.2009.09.037.
- Kurniawati, M. 2013. *Stabilisasi Bekatul dan Penerapannya pada Beras Analog*. [Tesis]. Institut Pertanian Bogor.
- Lee CH, Singla A, Lee Y. 2001. Biomedical applications of collagen. *International Journal of Pharmaceutics* 221:1-22. doi:10.1016/S0378-5173(01)00691-3.
- Leelayuthsoontorn, P. dan A. Thipayarat. 2005. *Textural and Morphological Change of Jasmine Rice Under Various Elevated Cooking Conditions*. University of Technology Thonburi, Thailand.

- Lekahena, V., D. N. Faridah, R. Syarief dan R. Peranginangin. 2014. Karakterisasi Fisikokimia Nanokalsium Hasil Ekstraksi Tulang Ikan Nila Menggunakan Larutan Basa dan Asam. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. 25(1) ; pp. 57-64. ISSN. 1979-7788.
- Li CM, Zhong ZH, Wan QH, Zhao H, Gu HF, Xiong SB. 2008. Preparation and thermal stability of collagen from scales of grass carp (*Ctenopharyngodon 32 idellus*). *European Food Research and Technology*. 227(5):1467–1473. doi: 10.1007/s00217-008-0869-z.
- Lingga, P. 1990. Bertanam Ubi – Ubian. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Bandung.
- Marsono, Y dan W.P. Atanu. 2002. Pengkayaan Protein Mie Instan dengan Tepung Tahu. *Jurnal Agritech* 72:2. Universitas Gajahmada. Yogyakarta.
- Masniawati, A., E. Johannes, A.I. Latunra, dan N. Paelongan. 2013. Karakterisasi Sifat Fisikokimia Beras Merah Pada beberapa Sentra Produksi Beras Di Sulawesi Selatan. Universitas Hasanudin: 1-10.
- Matmaroh K, Benjakul S, Prodpran T, Encarnacion A, Kishimura H. 2011. Characteristics of acid soluble collagen and pepsin soluble collagen from scale of spotted golden goatfish (*Parupeneus heptacanthus*). *Food chemistry* 129: 1179-1186. doi: 10.1016/j.foodchem.2011.05.099.
- Miller, J.B., Pang, E., and Bramall, L. 1992. Rice: a High or Low Glycemic Index Food ?. *The American Journal of Clinical Nutrition* 56(6):1034-1036.

- Mishra, A., Mishra, H.N., and Rao, P.S. 2012. Preparation of Rice Analogues Using Extrusion Technology. *Int. J. Food Sci. Tech.* 47: 1789– 1797.
- Mubarak, H. 1990. Petunjuk Teknis Budidaya Rumput Laut. Departemen Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan. Jakarta.
- Muchtadi, D. 1989. Petunjuk Laboratorium Evaluasi Nilai Gizi Pangan. Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi IPB. Bogor.
- Murniyati, U. Tampubolon K., dan Muljanah I. 1999. Pengaruh Jenis Ikan dan Pemberian Bumbu dalam Pembuatan Camilan Ikan Serta Daya Awet pada Suhu Kamar. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*. 5(4) : 58-69
- Muslikatin. 2012. Pengembangan Beras Ekstrusi Kaya Serat dengan Penambahan Tepung Rumput Laut (*Eucheuma cottonii*). Skripsi. IPB. Bogor.
- Noviasari, S., Kusnandar, F., Budijanto, S. 2013. Pengembangan Beras Analog dengan Memanfaatkan Jagung Putih. *Jurnal Teknologi Industri Pangan* 24:195-201.
- Nugroho, B.A. dan Purwaningsih, E. 2004. Pengaruh Diet Ekstrak Rumput Laut (*Eucheuma* sp.) Terhadap Kadar Glukosa Darah Tikus Putih (*Rattus norvegicus*) Hiperglikemik. *Media Medika Indonesia* 39(3):154-60.
- Nurbaya, S.R. dan Teti E. 2013. Pemanfaatan Talas Berdaging Kuning (*Colocasia esculenta* L. Schoot) dalam Pembuatan Cookies. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 1(1):46-55.
- Nurhayati, Tazwir, dan Murniyati. 2013. *Ekstraksi dan Karakterisasi Kolagen Larut Asam dari Kulit Ikan Nila*

(*Oreochromis niloticus*). *JPB Kelautan dan Perikanan* Vol. 8 No. 1 Tahun 2013: 85–92

- Ogawa, M., Portier, R. J., Moody, M.W., Bell, J., Schexnayder, M.A., and Losso, J.N. 2004. Biochemical Properties of Bone and Scale Collagens Isolated from The Subtropical Fish Black Drum (*Pogonia cromis*) and Sheepshead Seabream (*Archosargus probatocephalus*). *Food Chemistry*. 88:495-501.
- Piliang, W.G. dan Djojosoebagio, S.. 2000. Fisiologi Nutrisi. Volume I. Edisi ke-2. Institut Pertanian Bogor Press, Bogor.
- Poedjiadi, A. 1994. Dasar-Dasar Biokimia. UI-Press. Jakarta.
- Rahardjo P. 2007. Menjaga hiu dan pari Indonesia sampai tahun 2040. [Internet]. 30 September 2007; 25 Mei 2014 [diunduh 2014 Mei 25]; Jakarta (ID): Laboratorium Resources. Jakarta Fisheries University
- Rimbawan dan Siagian, A. 2004. Indeks Glikemik Pangan. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Sadek, N. F. N., N. D. Yuliana, E. Prangdimurt, B. P. Priyosoeryanto, dan S. Budijanto. 2016. Potensi Beras Analog sebagai Alternatif Makanan Pokok untuk Mencegah Penyakit Degeneratif. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Artikel.
- Singh P, Benjakul S, Maqsood S, Kishimura H. 2011. Isolation and characterisation of collagen extracted from the skin of striped catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*). *Food Chemistry* 124(1):97-105. doi:10.1016/j.foodchem.2010.05.111.
- Tongchan P., Prutipanlai S., Niyomwas S. dan Thongraung S. 2009. Effect of Calcium Compound Obtained from Fish by

Product on Calcium Metabolism in Rats. *Jurnal Food Ag-Ind*, 2(04): 669-676.

White WT, Last PR, Stevens JD, Yearsley GK, Fahmi Dharmadi. 1997. Economically important sharks and rays of Indonesia. Canberra(AU): National Library of Australia Cataloguing in Publication entry.

Winarno, F.G. 2010. *Kimia Pangan dan Gizi*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.

W Winarti, S. Sarofa, dan M. I. Ardiansyah. 2015. Efek Penambahan Tepung Tapioka dan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ terhadap Sifat Fisikokimia dan Organoleptik Emping Garut Simulasi (*Maranta arundinacea* L.). *Jurnal Rekapangan*, 9(1): 46-55.

Yudanti, Y.R., Waluyo, S., dan Tamrin. 2015. Pembuatan Beras Analog Berbahan Dasar Tepung Pisang (*Musa paradisiaca*). *Jurnal Teknik Pertanian Lampung* 4(2):117-126.

Yuwono, S.S., dan Zulfiah, A. A. 2015. Formulasi Beras Analog Berbasis Tepung Mocaf dan Maizena dengan Penambahan CMC dan Tepung Ampas Tahu. *Jurnal Pangan dan Agroindustri* 3 (4): 1465-1472.

Zaidar, E., R. Bulan, Z. Alvian, S. Taurina R. S. dan D. Lestari A.. 2013. Pembuatan Edible Film Dari Campuran Tepung Rumput Laut (*Eucheuma* sp.) dengan Glliserol dan Kitosan. Universitas Lampung, Lampung.

Zhang F, Wang A, Li Z, He S, Shao L. 2011. Preparation and characterisation of collagen from freshwater fish scales. *Food and Nutrition Sciences* 2:818- 823. doi:10.4236/fns.2011.28112.



Prof. Dr. Ir. YS Darmanto, M.Sc

Y.S. Darmanto lahir di Klaten 17 Oktober 1951. Gelar sarjana perikanan diperoleh dari Jurusan Perikanan, Fakultas Peternakan, Universitas Diponegoro pada tahun 1978. Gelar Master of Science diperoleh pada tahun 1985 di Universitas Nagasaki, Jepang. Gelar Philosophy of doctor bidang Marine Science and Engineering diperoleh pada tahun 1997 di University of Nagasaki, Jepang. Guru Besar diperoleh pada tanggal 1 November 2000 Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro. Tahun 2007 sampai 2016 menjabat sebagai ketua laboratorium program studi Teknologi Hasil Perikanan, Universitas Diponegoro, Semarang. *



Putut Har Riyadi, S.Pi, M.Si

Penulis mengabdikan dirinya sebagai dosen di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro Semarang. Beberapa buku yang pernah ditulis adalah Toksikologi Hasil Perikanan, Pemanfaatan Limbah Hasil Perikanan, Tata Letak dan Pemandangan Bahan, dan Penanganan Hasil Tangkapan. Bahkan untuk buku Kewirausahaan dan Manajemen Industri Hasil Perikanan dibiayai oleh LP2MP Universitas Diponegoro.



drh. Siti Susanti, Ph.D

Penulis merupakan alumni The United Graduated School of Agricultural Sciences, Kagoshima University, Japan. Penulis berpengalaman dalam bidang penelitian pangan fungsional dan nutraceutical. Penulis juga aktif melakukan penelitian dan publikasi internasional serta sudah mempunyai sertifikat paten. Penulis menjadi Dosen di Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro, Semarang sejak tahun 2005.



Diterbitkan oleh :
UNDIP Press
Semarang

ISBN : 978-979-097-441-8