

Ekstraksi Pigmen Karotenoid dari Buah Pepaya (*Carica papaya* L.) dan Aplikasinya Sebagai Pewarna Pangan Alami Nasi Instan Melalui Teknologi Mikroenkapsulasi

¹Umar Hidayat, ²Retno Murwani, ²Andri Cahyo Kumoro

¹Program Studi Gizi, Fakultas Kesehatan, Universitas Ivet, ²Universitas Diponegoro

Info Articles

Sejarah Artikel:

Disubmit 22 Februari 2023

Direvisi 25 Februari 2023

Disetujui 26 Februari 2023

Keywords:

Carotenoids extract;
microcapsule; instant rice

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan pemanfaatan buah pepaya melalui ekstraksi karotenoid dan aplikasinya sebagai pewarna alami nasi instan. Ekstrak karotenoid buah pepaya diproses melalui teknologi mikroenkapsulasi dan menggunakan mikrokapsul karotenoid tersebut sebagai pewarna alami nasi instan. Rancangan penelitian disusun menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola faktorial 3×2 . Penelitian terbagi menjadi tiga tahap penelitian. Tahap I adalah preparasi sampel dan ekstraksi. Tahap II adalah pembuatan produk mikrokapsul karotenoid dan nasi instan berkarotenoid. Tahap III adalah analisis produk yang meliputi uji karotenoid total, uji kadar air, uji kestabilan karotenoid total, uji intensitas warna, dan uji waktu rehidrasi. Analisis data menggunakan One Way Anova dengan software SPSS 16.0 pada taraf signifikansi $p < 0,05$. Berdasarkan analisis data, diperoleh hasil sebagai berikut a) metode ekstraksi karotenoid terpilih dengan hasil yang optimal adalah ekstraksi dengan pelarut aseton-heksan pada suhu 35°C , b) secara statistik terdapat pengaruh paparan sinar matahari terhadap kestabilan kadar karotenoid total mikrokapsul, c) kadar karotenoid total ekstrak buah pepaya dengan pelarut aseton-heksan sebesar $4.833,3 \text{ mg} / 100 \text{ g}$, d) kadar karotenoid total sampel mikrokapsul tertinggi ditunjukkan oleh sampel A sebesar $111,807 \text{ mg} / 100\text{g}$, e) kadar karotenoid total sampel nasi instan tertinggi ditunjukkan oleh sampel B₂ sebesar $23.6592 \text{ mg} / 100\text{g}$, f) rata-rata waktu rehidrasi semua sampel nasi instan karotenoid kadar 1% dan kadar 2% kurang dari 2 menit, g) sampel mikrokapsul mempunyai kadar air sebesar 4,80 %, h) sampel nasi instan mempunyai nilai $L = 98,33 - 98,83$; $a = (-0,33) - (-0,44667)$; dan $b = (+6,42333) - (+6,52333)$. Kesimpulan yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah mikroenkapsulasi dapat digunakan sebagai salah satu metode untuk mengembangkan pewarna berbasis bahan alam seperti buah pepaya yang dapat digunakan dalam bidang pangan, tetapi penelitian dan pengembangan masih diperlukan untuk menyempurnakan produk mikrokapsul yang dihasilkan.

Abstract

The aim of this research was to optimize extraction carotenoids from papaya fruit and apply it as food colouring for instant rice. The extract was processed by microencapsulation and the microcapsules were used as natural colouring of instant rice. The study was designed as completely randomized designed with 3×2 factorial pattern. This study was divided into three parts. The first part was sample preparation and extraction process. The second part was manufacture of carotenoids microcapsules and instant rice. The third part was analyzed of product i.e total content of carotenoid extract, water content test, carotenoids stability test, color intensity test, and rehydration time test. The data was analyzed by One Way ANOVA with SPSS 16.0 software at significance level of $p < 0.05$. The result showed that : a) the selected extraction method which produce optimal results was extraction by acetone-hexane at 35°C , b) there was a significant effect of sun exposure to the stability of the total carotenoid content of microcapsule, c) the total carotenoid content of papaya fruit extract in acetone-hexane was $4833.3 \text{ mg} / 100 \text{ g}$, d) the highest total carotenoid levels of microcapsule was indicated by A samples $111.807 \text{ mg} / 100\text{g}$, e) the highest total carotenoid content of instant rice was $23.6592 \text{ mg} / 100\text{g}$, and f) the average of rehydration time all of instant rice samples were less than 2 minutes. g) the microcapsules had water content 4.80%, h) the instant rice colour values were $L = 98,33 - 98,83$; $a = (-0,33) - (-0,44667)$; and $b = (+6,42333) - (+6,52333)$. It can be concluded that microencapsulation can be used as one method to develop pigment-based natural ingredients such as papaya fruit that can be used for food, but research and development are needed to improve the resulting microcapsules product.

[✉] Alamat Korespondensi: Program Studi Gizi, Fakultas Kesehatan, Universitas Ivet, Jalan Pawiyatan Luhur No. 16, Semarang, Jawa Tengah, Indonesia 50232
E-mail: hidayat.oem@gmail.com

PENDAHULUAN

Warna adalah komponen terpenting dalam penampilan suatu produk, terutama untuk produk pangan. Pewarna makanan terdiri dari pewarna alami dan pewarna sintetis. Bahan pewarna alami mempunyai kelebihan dibandingkan pewarna sintetis, yaitu berperan sebagai bahan pengawet alami dan memiliki fungsi medik tertentu. Di sisi lain, pewarna alami mempunyai kekurangan, yaitu intensitas warna yang ditimbulkan kurang tajam dan kurang stabil. Salah satu bahan pewarna alami yang masih potensial untuk dipelajari dan dikembangkan adalah senyawa karotenoid. Bahan-bahan makanan sebagai sumber karotenoid sangat melimpah di Indonesia, antara lain wortel, tomat, buah pepaya, labu kuning, ubi jalar dan jambu biji.

Sebagai bahan makanan yang mengandung senyawa karotenoid, pepaya merupakan buah yang umum dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia. Senyawa karotenoid pada buah pepaya meliputi senyawa β -kriptosantin, likopen dan β -karoten. Menurut Lara-Abia *et al.* dalam penelitiannya, kandungan likopen (230,0-421,2 $\mu\text{g}/100$ g berat segar), β -karoten (120,3-233,2 $\mu\text{g}/100$ g berat segar), β -cryptoxanthin laurat (74,4-223,2 $\mu\text{g}/100$ g berat segar), dan lutein (922,5-1381,1 $\mu\text{g}/100$ g berat segar).

Pemanfaatan buah pepaya sebagai sumber zat warna karotenoid dapat dilakukan melalui metode mikroenkapsulasi. Zat warna karotenoid bersifat kurang stabil, sehingga metode mikroenkapsulasi dapat digunakan untuk mengurangi kekurangan tersebut. Mikroenkapsulasi adalah teknologi pelapisan/*coating* dalam bentuk partikel berukuran kecil dari suatu zat yang berwujud padatan, cairan, atau gas sebagai material inti, menggunakan material pelapis yang berperan sebagai pelindung dan penstabil dari material inti.

Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan manfaat senyawa karotenoid melalui teknologi mikroenkapsulasi dan menerapkan mikrokapsul karotenoid sebagai pewarna alami nasi instan. Pemilihan nasi instan dikarenakan saat ini dikembangkan tanaman pangan padi yang diperkaya senyawa β -karoten dan dikenal sebagai *golden rice*. Sebagai inovasi produk baru yang tidak diproduksi sendiri, perlu dicermati munculnya ketergantungan terhadap produk tersebut dan adanya dampak jangka panjang yang belum diketahui, sehingga perlu inovasi produk sejenis yang dapat diproduksi sendiri.

METODE

1. Tahap I: Preparasi Sampel dan Ekstraksi

a. Preparasi Sampel Buah Pepaya (*Carica papaya* L.)

Sampel buah pepaya dicuci bersih, dikupas kulitnya dan dipotong menjadi ukuran lebih kecil. Buah dihaluskan menggunakan blender hingga menjadi bubur buah. Sampel disimpan di dalam *freezer* dengan suhu -18°C .

b. Ekstraksi Karotenoid Pepaya (*Carica papaya* L.) Cara I

Sampel diekstraksi menggunakan etanol 96% pada suhu ruangan ($25-27^{\circ}\text{C}$) dan 60°C . Perbandingan antara sampel dan etanol 96% (1:4). Ekstrak disaring menggunakan corong *Buchner* sehingga diperoleh filtrat. Filtrat diuapkan menggunakan *rotary vacuum evaporator* pada suhu 45°C , sehingga diperoleh ekstrak pekat.

c. Ekstraksi Karotenoid Pepaya (*Carica papaya* L.) Cara II

Sampel diekstraksi menggunakan aseton-heksana (2:1) selama 60 menit pada suhu ($25-27^{\circ}\text{C}$) dan 35°C . Perbandingan antara sampel dan pelarut sebesar (1:4). Filtrat hasil ekstraksi diuapkan menggunakan *rotary vacuum evaporator* pada suhu 45°C .

2. Tahap II: Pembuatan Produk

a. Proses Mikroenkapsulasi Ekstrak Karotenoid Buah Pepaya

Pembuatan mikrokapsul dilakukan dengan variasi enkapsulan. Bahan enkapsulan adalah campuran gum arab dan maltodekstrin dengan rasio A (2:1); B (1:1); C (1:2). Konsentrasi bahan enkapsulan 30% (b/v) dengan pelarut air bebas ion, suhu pengadukan 60°C selama 30 menit. Pembuatan mikrokapsul pada suhu 40°C selama 30 menit dengan menambahkan ekstrak karotenoid. Konsentrasi ekstrak karotenoid yang ditambahkan sebesar 25% b/b bahan penyalut. Campuran mikrokapsul tersebut dikeringkan dengan *spray dryer* pada suhu *inlet* 80°C dan *outlet* 60°C.

b. Produksi Nasi Instan dengan Pewarna Mikrokapsul Karotenoid

Pembuatan nasi instan diawali dengan proses pencucian beras hingga bersih, kemudian direndam dalam air dengan suhu 50°C dan rasio beras:air (1:1) selama 2 jam. Beras dimasak dalam *rice cooker* selama 15 menit. Setelah dicapai waktu, nasi dikeluarkan, dan segera dibekukan pada suhu -4°C selama sehari semalam (24 jam). Setelah dibekukan, dilakukan proses *thawing* pada suhu 50°C selama 5 menit dilanjutkan proses pengeringan pada suhu 60°C selama 4 jam. Perlakuan yang diberikan selama proses pembuatan yaitu penambahan mikrokapsul karotenoid dengan konsentrasi 1% dan 2% b/b ke dalam nasi sesaat sebelum proses gelatinisasi terjadi.

3. Tahap III: Analisis Produk

a. Uji Karotenoid Total (metode Amaya dan Mieko)

Kadar karotenoid total diekspresikan sebagai total kadar likopen, β -karoten, dan β -kriptosantin ($\mu\text{g/g}$) dalam sampel.

1) Uji Karotenoid Total untuk Sampel Ekstrak Karotenoid

Sampel 0,1 gram dilarutkan dalam petroleum eter (PE)/ n-heksan, volume ditepatkan hingga 10 mL. Sampel diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer uv-vis pada panjang gelombang 449 nm untuk β -kriptosantin, 450 nm untuk β -karoten, dan 470 nm untuk likopen.

2) Uji Karotenoid Total untuk Sampel Mikrokapsul Karotenoid

Sampel 0,1 gram dilarutkan dalam aquades, ditepatkan hingga 10 mL. Ekstraksi pelarut menggunakan n-heksan/ petroleum eter (PE). Ambil fase organik (bagian atas), tepatkan volumenya hingga 10 mL dan diukur menggunakan spektrofotometer uv-vis pada panjang gelombang 449 nm untuk β -kriptosantin, 450 nm untuk β -karoten, dan 470 nm untuk likopen.

3) Uji Karotenoid Total untuk Sampel Nasi Instan Karotenoid

Sampel 0,1 gram dihaluskan dan ditambah aquades hingga volumenya 10 mL. Sampel disentrifugasi 5000 *rpm* selama 10 menit. Pisahkan supernatan dari residu. Supernatan diekstraksi menggunakan n-heksan/ petroleum eter (PE). Ambil fase organik (bagian atas), tepatkan volumenya hingga 10 mL. Pengukuran absorbansi sampel menggunakan spektrofotometer uv-vis pada panjang gelombang 449 nm untuk β -kriptosantin, 450 nm untuk β -karoten, dan 470 nm untuk likopen.

$$\text{Kadar karotenoid total} = \frac{A \times V(\text{mL}) \times Mr \times P}{E_{1\text{cm}}^{1\%}}$$

Keterangan :

A = absorbansi

V = volume sampel (mL)

$E_{1\text{cm}}^{1\%}$ = absorbtifitas molar PE (β -karoten = 2592, β -kriptosantin = 2386, likopen = 3450)

P = Faktor Pengenceran

Mr = Mr (β -karoten = 536,87; β -kriptosantin = 552,85; likopen = 536,87)

b. Uji Kestabilan Karotenoid Total

Pengujian kestabilan mikrokapsul dievaluasi dengan memberikan paparan sinar matahari 5 jam/hari selama 7 hari. Setelah 7 hari, 0,1 gram sampel dilarutkan dalam aquades dan volume ditepatkan hingga 10 mL. Ekstraksi pelarut menggunakan n-heksan/ petroleum eter (PE). Ambil fase organik (bagian atas), kemudian tepatkan volumenya hingga 10 mL. Pengukuran

menggunakan spektrofotometer uv-vis pada panjang gelombang 449 nm untuk β -kriptosantin, 450 nm untuk β -karoten, dan 470 nm untuk likopen.

Perhitungan sebagai berikut:

$$\text{Kadar karotenoid total} = \frac{A \times V(\text{mL}) \times Mr \times P}{E_{1\text{cm}}^{1\%}}$$

Keterangan :

- A = absorbansi
V = volume sampel (mL)
 $E_{1\text{cm}}^{1\%}$ = absorbtifitas molar PE (β -karoten = 2592, β -kriptosantin = 2386, likopen = 3450)
P = Faktor Pengenceran
Mr = Mr (β -karoten = 536,87; β -kriptosantin = 552,85; likopen = 536,87)

c. Uji Intensitas Kecerahan Warna

Tingkat kecerahan diukur menggunakan kromameter. L menunjukkan tingkat kecerahan, a dan b menunjukkan koordinat warna, dimana +a adalah warna merah, -a adalah warna hijau, +b adalah warna kuning, dan -b adalah warna biru. Sampel nasi instan sebanyak 5 gram diletakkan di atas tempat yang rata dan diukur nilai L, a, dan b menggunakan alat kromameter.

d. Uji Kadar Air Mikrokapsul

Timbang 1 gram sampel mikrokapsul dalam botol timbang/krus porselen yang telah diketahui bobot kosongnya. Masukkan ke dalam oven yang telah diatur pada suhu 105°C selama 4 jam. Angkat, dinginkan dalam eksikator dan ditimbang kembali sampai diperoleh berat konstan.

Perhitungan sebagai berikut:

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{\text{kehilangan bobot sampel}}{\text{bobot sampel mula - mula}} \times 100\%$$

e. Uji Waktu Rehidrasi

Waktu pemasakan yang diharapkan adalah sekitar 5-10 menit, atau kurang dari 5 menit. Pengujian dilakukan dengan menambahkan air mendidih ke dalam nasi instan dan dilakukan pencatatan waktu dari waktu awal penambahan air hingga nasi mengembang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Preparasi Sampel

Sampel buah pepaya yang telah dikumpulkan, dihaluskan menggunakan blender hingga menjadi bubur buah. Proses ini bertujuan untuk meningkatkan kemampuan ekstraksi pigmen karotenoid oleh pelarut. Sampel yang berupa bubur disimpan di dalam *freezer* untuk menjaga ketersediaan bahan baku dan mencegah kerusakan pigmen karotenoid dalam sampel buah pepaya selama proses ekstraksi.

Ekstraksi

Uji pendahuluan untuk memilih metode ekstraksi dan pelarut yang tepat untuk ekstraksi pigmen karotenoid dilakukan terlebih dahulu. Metode pertama yang diuji adalah metode ekstraksi dengan pelarut etanol, dilakukan 2 perlakuan yaitu ekstraksi pada suhu ruang (25-27°C) dan ekstraksi pada suhu 60°C.

Tabel 1. Kadar Karotenoid Total Ekstrak Etanol

No	Senyawa	Panjang gelombang (nm)	Kadar rata-rata (mg/100 g)	
			Suhu Ruang	Suhu 60°C
1	β -kriptosantin	449	38,7	153,7
2	β -karoten	450	35,5	134,9
3	likopen	470	18,9	68,2
	karotenoid total		93,1	356,9

Berdasarkan hasil yang diperoleh, diketahui bahwa penambahan panas pada proses ekstraksi menggunakan pelarut etanol 96% akan meningkatkan ekstrak karotenoid yang diperoleh.

Metode kedua yang diuji adalah metode dengan campuran pelarut aseton-heksan pada suhu ruang (25-27°C) dan suhu 35°C. Hasil pengukuran kadar senyawa β -kriptosantin, β -karoten, dan likopen untuk ekstrak aseton-heksan ditunjukkan oleh Tabel 2.

Tabel 2. Kadar Karotenoid Total Ekstrak Aseton-Heksan

No	Senyawa	Panjang gelombang (nm)	Kadar rata-rata (mg/100 g)	
			Suhu Ruang	Suhu 35°C
1	β -kriptosantin	449	1.193,5	1.338,2
2	β -karoten	450	1.053,9	1.201,2
3	likopen	470	732,5	841,3
	karotenoid total		2.979,9	3.380,7

Hasil ini menjelaskan bahwa penambahan panas dalam proses ekstraksi menggunakan pelarut aseton-heksan juga berdampak pada peningkatan ekstrak karotenoid yang diperoleh. Semua proses ekstraksi dilakukan pada suhu di bawah 80 °C.

Metode ekstraksi terpilih adalah metode ekstraksi dengan campuran pelarut aseton-heksan pada suhu 35°C. Proses ekstraksi sampel buah pepaya akan menghasilkan ekstrak karotenoid yang berwarna jingga seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 1.



Gambar 1. Ekstrak Karotenoid Buah Pepaya dengan Pelarut Aseton-Heksan

Kadar karotenoid total dari ekstrak karotenoid tersebut diuji menggunakan spektrofotometer uv-vis. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa ekstrak karotenoid mengandung likopen sebesar 1.204,3 mg/100 g, β -karoten sebesar 1.719,4 mg/100 g dan β -kriptosantin sebesar 1.909,8 mg/100 g sehingga perkiraan kadar karotenoid total yang diperoleh sebesar 4.833,3 mg/100 g.

Hasil yang diperoleh berbeda dengan penelitian-penelitian sebelumnya, antara lain dalam penelitian Lara-Abia *et al.* menyebutkan kandungan likopen (230,0-421,2 μ g/100 g berat segar), β -karoten (120,3–233,2 μ g/100 g berat segar), β -cryptoxanthin laurat (74,4–223,2 μ g/100 g berat segar), dan lutein (922,5-1381,1 μ g/100 g berat segar).

Hal tersebut disebabkan oleh perbedaan varietas buah pepaya yang digunakan sebagai bahan baku. Selain itu metode ekstraksi yang digunakan juga sangat berpengaruh terhadap hasil yang diperoleh, seperti hasil *review* Kultys dan Marcin tentang *Green Extraction of Carotenoids from Fruit and Vegetable Byproducts*. Metode dan proses yang digunakan dalam ekstraksi karotenoid juga berbeda. Menurut Shen *et al.* banyak faktor yang mempengaruhi terjadinya isomerisasi karotenoid. Panas, cahaya, dan perbedaan struktur kimia merupakan faktor-faktor utama yang mempengaruhi proses isomerisasi karotenoid dalam bahan makanan. Proses pengolahan makanan yang panjang, seperti pemanasan dan pengeringan juga menyebabkan terjadinya isomerisasi karotenoid, bahkan degradasi karotenoid.

Pembuatan Produk

1. Mikrokapsul Karotenoid

a. Proses Mikroenkapsulasi Ekstrak Karotenoid Buah Pepaya

Proses mikroenkapsulasi ekstrak karotenoid buah pepaya menggunakan bahan enkapsulan campuran antara gum arab dan maltodekstrin dengan rasio A (2:1); B (1:1); C (1:2). Penggunaan maltodekstrin dan gum arab sebagai enkapsulan mempertimbangkan aspek bahan utama penyusun produk nasi instan, yaitu karbohidrat. Penggunaan bahan yang sejenis akan memudahkan dalam pencampuran antara mikrokapsul dan nasi instan. Penggunaan gum arab juga dimaksudkan untuk meningkatkan kadar serat pangan produk nasi instan yang dihasilkan. Menurut Benech, gum arab berperan sebagai penstabil emulsi, suspensi, dan memberikan nilai tambah pada produk pangan.

Saat pembuatan mikrokapsul, konsentrasi bahan enkapsulan yang digunakan adalah 10% (b/v) dari total larutan enkapsulan. Proses diawali dengan membuat larutan enkapsulan sebanyak 500 mL, sehingga dibutuhkan campuran enkapsulan sebanyak 50 gram. Tahap awal yaitu pencampuran masing-masing rasio bahan enkapsulan dengan aquadest pada suhu 60°C selama 30 menit. Proses dilanjutkan dengan penambahan ekstrak karotenoid buah pepaya pada suhu 40°C selama 30 menit. Konsentrasi ekstrak karotenoid yang ditambahkan sebesar 25% b/b dari total bahan enkapsulan. Larutan enkapsulan yang telah mengandung pigmen karotenoid tersebut dikeringkan dengan *spray dryer* pada suhu *inlet* 80°C dan *outlet* 60°C.

b. Uji Karotenoid Total Mikrokapsul

Pengujian kadar karotenoid total dilakukan terhadap tiga variasi bahan enkapsulan (gom arab:maltodekstrin), yaitu rasio A (2:1); B (1:1); dan C (1:2). Hasil uji kadar karotenoid total ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Kadar Karotenoid Total Produk Mikrokapsul Tahap I, II dan III

No	Tahap	Kadar sampel A	Kadar sampel B	Kadar Sampel C
1	I	-	-	-
2	II	1,8	3,7	3,6
3	III	160,1	121,6	115,6

Keterangan : - Sampel A (gom arab:maltodekstrin = 2:1)
 - Sampel B (gom arab:maltodekstrin = 1:1)
 - Sampel C (gom arab:maltodekstrin = 1:2)

Berdasarkan pengujian kadar karotenoid total, terjadi peningkatan kadar karotenoid pada produk mikrokapsul tahap III dibandingkan dengan mikrokapsul tahap II. Peningkatan kadar karotenoid tersebut cukup tinggi dibandingkan mikrokapsul tahap II. Prosedur pembuatan mikrokapsul tahap III dengan mengurangi volume larutan enkapsulan cukup efektif meningkatkan jumlah karotenoid yang terikat dalam mikrokapsul.

Kadar karotenoid total dari sampel mikrokapsul tahap III bervariasi. Berdasarkan pengujian diketahui sampel A menunjukkan kadar karotenoid yang lebih tinggi dibandingkan dengan sampel B dan C. Mikrokapsul A merupakan mikrokapsul dengan bahan enkapsulan campuran gom arab:maltodekstrin (2:1). Pengujian kadar karotenoid untuk sampel mikrokapsul tahap II menunjukkan hasil yang sebaliknya, yaitu sampel A memiliki kadar karotenoid yang lebih rendah dibandingkan dengan variasi lainnya. Berdasarkan hasil tersebut disimpulkan bahwa variasi bahan enkapsulan memberikan pengaruh terhadap kadar karotenoid total dari produk mikrokapsul. Jumlah ekstrak karotenoid yang ditambahkan dan tingkat kepekatan larutan enkapsulan juga mempengaruhi produk mikrokapsul yang dihasilkan.

c. Uji Kadar Air Mikrokapsul

Kadar air suatu bahan pangan sangat mempengaruhi daya simpan suatu bahan pangan. Semakin tinggi kadar air suatu bahan pangan, maka semakin singkat masa simpannya. Pengujian

kadar air sampel mikrokapsul dilakukan dengan menimbang sampel mikrokapsul hingga diperoleh mikrokapsul dengan berat konstan. Pengeringan mikrokapsul dilakukan pada oven dengan suhu 105°C selama kurang lebih 4 jam. Berdasarkan perhitungan diketahui bahwa sampel mikrokapsul mempunyai kadar air sebesar 4,80 %.

d. Uji Kestabilan Kadar Karotenoid

Pengujian kestabilan dilakukan terhadap kadar karotenoid total dari sampel mikrokapsul. Kadar sampel diuji menggunakan spektrofotometer uv-vis setelah diberi perlakuan paparan sinar matahari secara langsung selama 5 jam sehari dalam waktu tujuh hari. Sampel mikrokapsul yang digunakan adalah sampel tahap III. Kadar yang diperoleh kemudian dibandingkan dengan kadar sebelum diberikan perlakuan. Hasil pengujian kadar karotenoid total setelah diberi perlakuan ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Kadar Karotenoid Total Sebelum dan Setelah Perlakuan

Sampel Mikrokapsul	Kadar Sebelum Perlakuan (mg/100g)	Kadar Setelah Perlakuan (mg/100g)
A (gom arab:maltodekstrin = 2:1)	160,1	111,807
B (gom arab:maltodekstrin = 1:1)	121,6	79,043
C (gom arab:maltodekstrin = 1:2)	115,6	75,125

Penurunan kadar yang terjadi pada semua sampel mikrokapsul menunjukkan bahwa paparan sinar memberikan dampak terhadap kadar karotenoid total. Hasil secara statistik melalui uji one way anova menunjukkan nilai F_{hitung} sampel sebesar 237,058. Nilai tersebut jauh lebih besar dari nilai F_{tabel} yaitu 3,354, sehingga dapat disimpulkan secara statistik bahwa terdapat pengaruh paparan sinar matahari terhadap kestabilan kadar karotenoid total mikrokapsul.

2. Nasi Instan Karotenoid

a. Pembuatan Nasi Instan Karotenoid

Pembuatan nasi instan dilakukan dengan rasio beras:air, yaitu 1:2. Tahap awal adalah perendaman pada suhu 50°C selama 2 jam. Setelah tercapai waktu perendaman, kemudian beras dimasak dalam *rice cooker* selama 10 menit hingga terjadi proses gelatinasi. Setelah terjadi gelatinasi, pemasakan beras dihentikan kemudian ditambahkan mikrokapsul karotenoid sebanyak 1% dan 2% b/b. Sampel nasi yang sudah ditambah mikrokapsul karotenoid dapat segera dibekukan pada suhu -4°C selama sehari semalam (24 jam). Proses pembekuan bertujuan untuk membentuk struktur nasi yang *porous* (berongga), sehingga dapat meningkatkan waktu rehidrasi nasi instan. Nasi yang telah dibekukan kemudian dikeringkan pada suhu 60°C selama 8 jam. Tahap pengeringan diawali dengan proses *thawing*. Proses ini dilakukan pada suhu 50°C selama 5 menit. Produk nasi instan berkarotenoid ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Nasi instan dengan penambahan mikrokapsul karotenoid

Keterangan :

- Nasi instan A 1% dan 2% = nasi instan penambahan mikrokapsul A 1% dan 2%.
- Nasi instan B 1% dan 2% = nasi instan penambahan mikrokapsul B 1% dan 2%.
- Nasi instan C 1% dan 2% = nasi instan penambahan mikrokapsul C 1% dan 2%.

Selain dilakukan pembuatan produk nasi instan dengan penambahan mikrokapsul karotenoid, juga dilakukan pembuatan produk nasi instan dengan penambahan ekstrak karotenoid pepaya sebagai pembanding. Berikut ini merupakan gambar nasi instan berkarotenoid dengan penambahan ekstrak karotenoid 1% dan 2% b/b.



Gambar 3. Nasi instan dengan penambahan ekstrak karotenoid

Secara kenampakan fisik tidak terlihat perbedaan yang nyata antara nasi instan yang ditambah mikrokapsul karotenoid dengan nasi instan yang ditambah ekstrak karotenoid secara langsung. Perbedaan terlihat saat dilakukan proses rehidrasi nasi instan. Nasi instan dengan penambahan mikrokapsul karotenoid menghasilkan butiran nasi yang lebih lembut dan hampir menyerupai bentuk nasi yang dimasak seperti umumnya. Nasi instan dengan penambahan ekstrak karotenoid secara langsung menghasilkan butiran nasi dengan bentuk yang kurang menarik saat dilakukan proses rehidrasi. Hal ini dapat disebabkan oleh pengaruh penambahan bahan enkapsulan gom arab dan maltodekstrin yang meningkatkan struktur nasi instan menjadi lebih baik.

b. Uji Karotenoid Total

Kadar karotenoid total nasi instan diekspresikan sebagai penjumlahan kadar likopen, β -karoten, dan β -kriptosantin dalam sampel. Pengukuran menggunakan spektrofotometer uv-vis pada panjang gelombang 449 nm untuk β -kriptosantin, 450 nm untuk β -karoten, dan 470 nm untuk likopen. Hasil uji produk nasi instan dengan penambahan mikrokapsul karotenoid ditunjukkan pada tabel 5.

Tabel 5. Hasil Uji Kadar Karotenoid Total Produk Nasi Instan

Sampel	Kadar (mg/100g)
A ₁	8.8051
A ₂	11.0938
B ₁	22.6721
B ₂	23.6592
C ₁	16.8293
C ₂	22.4573

Pengujian tersebut menunjukkan hasil yang bervariasi. Sampel nasi instan dengan penambahan mikrokapsul 2% (A₂, B₂, C₂) menunjukkan kadar yang lebih tinggi dibandingkan sampel dengan penambahan mikrokapsul 1% (A₁, B₁, C₁). Perbedaan kadar yang ditunjukkan tidak terlalu signifikan. Sampel nasi instan dengan kode B (B₁ dan B₂) mempunyai kadar karotenoid total yang lebih tinggi dibandingkan dengan sampel nasi instan lainnya.

Analisis data menggunakan Software SPSS 16.0 diawali dengan uji normalitas data sampel nasi instan A₁, A₂, B₁, B₂, C₁, C₂. Hasil uji normalitas menggunakan metode *Shapiro-Wilk* menunjukkan bahwa data sampel nasi instan A₁, A₂, B₁, B₂, C₁, C₂ terdistribusi normal, sehingga pengujian dapat dilanjutkan dengan uji *one way* anova untuk mengetahui pengaruh pemberian mikrokapsul pada pembuatan nasi instan karotenoid. Hasil analisis *one way* anova untuk sampel A₁

dan A₂ menunjukkan bahwa nilai F_{hitung} sebesar 0,00722 jauh lebih kecil dibandingkan nilai F_{tabel} (4,4138), sehingga disimpulkan bahwa berdasarkan analisis tidak ada pengaruh penambahan mikrokapsul terhadap kadar karotenoid total dari nasi instan kode A₁ dan A₂.

Sampel B₁ dan B₂ juga menunjukkan hasil yang sama. Nilai F_{hitung} untuk sampel B₁ dan B₂ sebesar 0,0013 dan nilai tersebut jauh lebih kecil dibandingkan nilai F_{tabel} (4,4138), sehingga dapat disimpulkan bahwa berdasarkan analisis tidak ada pengaruh penambahan mikrokapsul terhadap kadar karotenoid total dari nasi instan kode B₁ dan B₂. Nilai F_{hitung} untuk sampel C₁ dan C₂ sebesar 0,0022 juga jauh lebih kecil dibandingkan dengan nilai F_{tabel} (4,4138), sehingga dapat disimpulkan bahwa berdasarkan analisis tidak ada pengaruh penambahan mikrokapsul terhadap kadar karotenoid total dari nasi instan kode C₁ dan C₂.

Selain itu juga dilakukan pengujian terhadap sampel nasi instan dengan penambahan ekstrak karotenoid secara langsung. Hasil menunjukkan bahwa sampel mengandung karotenoid total dengan kadar relatif kecil, yaitu 5,139 mg/100 g untuk sampel A₁ (variasi ekstrak karotenoid 1%) dan 32,16 mg/100 g untuk sampel A₂ (variasi ekstrak karotenoid 2%). Jika dibandingkan dengan kadar karotenoid total sampel nasi instan mikrokapsul, maka pada penambahan 1% dan 2% ekstrak karotenoid ke dalam nasi instan tidak berlangsung secara optimal. Kadar karotenoid yang relatif sangat kecil dibandingkan dengan ekstrak karotenoid yang ditambahkan menunjukkan bahwa tidak terjadi pelekatan ekstrak karotenoid secara optimal pada nasi instan.

c. Uji Waktu Rehidrasi

Uji waktu rehidrasi hanya dilakukan terhadap sampel nasi instan dengan penambahan mikrokapsul karotenoid. Pengujian bertujuan untuk mengetahui lama waktu yang dibutuhkan nasi instan menjadi nasi yang siap disajikan. Waktu pemasakan yang diharapkan adalah sekitar 5-10 menit, atau kurang dari 5 menit.

Pengujian dilakukan dengan menambahkan air mendidih ke dalam nasi instan sebanyak 3 kali pengulangan. Hasil pengujian waktu rehidrasi ditunjukkan tabel 6.

Tabel 6. Hasil Uji Waktu Rehidrasi Nasi Instan

Sampel	Rata-rata waktu
A ₁	1 menit 45 detik
A ₂	1 menit 24 detik
B ₁	1 menit 35 detik
B ₂	1 menit 50 detik
C ₁	1 menit 55 detik
C ₂	1 menit 35 detik

Berdasarkan hasil pengujian, diketahui bahwa rata-rata waktu rehidrasi semua sampel nasi instan karotenoid kadar 1% dan kadar 2% yaitu kurang dari 2 menit. Hal ini menunjukkan bahwa semua sampel nasi instan karotenoid sudah memenuhi persyaratan waktu rehidrasi untuk nasi instan yaitu kurang dari 5 menit.

d. Uji Intensitas Warna

Pengujian intensitas warna dilakukan terhadap sampel nasi instan berkarotenoid. Pengujian bertujuan untuk mengetahui intensitas kecerahan warna sampel secara pasti, karena adanya keterbatasan penglihatan dalam mendiskripsikan warna. Pengujian dilakukan dengan alat kromameter Konika Minolta CR-400 untuk mengetahui nilai L, a, dan b dari sampel. Sampel yang diuji hanya meliputi sampel nasi instan dengan kadar karotenoid yang lebih tinggi untuk setiap jenis, yaitu nasi instan A₂, B₂, dan C₂. Hasil pengujian sampel seperti ditunjukkan pada Tabel 7.

Tabel 7. Nilai L, a, dan b dari Sampel Nasi Instan

Keterangan	Sampel	Hasil Pengukuran			Rata-Rata
		I	II	III	
L	A ₂	98.99	98.93	98.39	98.77
a		-0.45	-0.43	-0.46	-0.44667
b		6.67	6.31	6.29	6.42333
L	B ₂	98.81	98.17	98.02	98.3333
a		-0.36	-0.36	-0.36	-0.36
b		6.6	6.5	6.47	6.52333
L	C ₂	98.93	98.69	98.87	98.83
a		-0.35	-0.36	-0.28	-0.33
b		6.52	6.58	6.41	6.50333

Berdasarkan hasil pengujian sampel dapat diketahui bahwa sampel nasi instan A₂ mempunyai nilai L rata-rata sebesar 98,77 yang menunjukkan bahwa tingkat kecerahan sampel sangat tinggi. Nilai a sebesar -0,44667 dan b sebesar 6,42333 untuk sampel nasi instan A₂. Nilai a tersebut menunjukkan bahwa sampel A₂ memiliki kecenderungan yang mendekati warna merah walaupun intensitas warna merahnya rendah. Nilai b tersebut menunjukkan bahwa sampel A₂ memiliki kecenderungan warna kuning dengan intensitas warna kuning yang cukup tinggi. Sedangkan sampel nasi instan B₂ mempunyai nilai L sebesar 98,3333, nilai a sebesar -0,36, dan nilai b sebesar +6,52333. Hal ini menunjukkan bahwa sampel B₂ memiliki intensitas kecerahan sampel sangat tinggi, kecenderungan mendekati warna merah dengan intensitas warna rendah, dan kecenderungan warna kuning dengan intensitas yang cukup tinggi. Sampel nasi instan C₂ mempunyai nilai L sebesar 98,83, nilai a sebesar -0,33, dan nilai b sebesar +6,50333. Nilai yang ditunjukkan oleh sampel C₂ kurang lebih sama dengan kedua sampel sebelumnya, sehingga hasil yang ditunjukkan oleh sampel C₂ sama dengan kedua sampel sebelumnya. Ketiga sampel memiliki intensitas warna merah dan kuning yang relatif rendah, sehingga dapat dinyatakan bahwa terjadi proses pewarnaan nasi instan dengan ekstrak karotenoid dalam kadar yang cukup rendah.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data menggunakan One Way Anova dengan software SPSS 16.0 pada taraf signifikansi $p < 0,05$ diperoleh temuan sebagai berikut a) metode ekstraksi karotenoid terpilih dengan hasil yang optimal adalah ekstraksi dengan pelarut aseton-heksan pada suhu 35 °C; b) secara statistik terdapat pengaruh paparan sinar matahari terhadap kestabilan kadar karotenoid total mikrokapsul; c) belum diketahui adanya pengaruh penambahan mikrokapsul terhadap kadar karotenoid total dari nasi instan; d) kadar karotenoid total ekstrak buah pepaya dengan pelarut aseton-heksan sebesar 4.833,3 mg/100 g; e) kadar karotenoid total tertinggi ditunjukkan oleh sampel mikrokapsul A sebesar 111,807 mg/100g; f) kadar karotenoid total tertinggi ditunjukkan oleh sampel nasi instan B₂ sebesar 23.6592 mg/100g; dan g) rata-rata waktu rehidrasi semua sampel nasi instan karotenoid kadar 1% dan kadar 2% yaitu kurang dari 2 menit.

DAFTAR PUSTAKA

- Benech, Anita. Gum Arabic A functional hydrocolloid for beverages. 2008. *AgroFood Industry hi-tech*.19 (3).
- da Silva, Pablo Teixeira., Leadir Lucy Martins Fries, Cristiano Ragagnin de Menezes, Augusto Tasch Holkem, Carla Luisa Schwan, Évelin Francine Wigmann, Juliana de Oliveira Bastos, Cristiane

- de Bona da Silva. 2014. Microencapsulation: concepts, mechanisms, methods and some applications in food technology. *Clinica Rural, Santa Maria, v.44, n.7, p.1304-1311, jul, 2014.* <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20130971>
- I. Rusdin, A Laga, Pirman. 2020. Optimalization the temperature and time of soaking in instant rice making process. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 575 012008. [IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Volume 575, The 2nd International Conference of Interdisciplinary Research on Green Environmental Approach for Sustainable Development 25 June 2020, Gedung Pasca Sarjana, Indonesia. DOI 10.1088/1755-1315/575/1/012008](https://doi.org/10.1088/1755-1315/575/1/012008)
- K. S. Sasmitaloka, S Widowati and E Sukasih. 2019. Effect of Freezing Temperature and Duration on Physicochemical Characteristics of Instant Rice. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 309 012043. [IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Volume 309, 2nd International Conference on Agriculture Postharvest Handling and Processing \(ICAPHP 2018\) 29–31 August 2018, Kuta, Bali, Indonesia. DOI 10.1088/1755-1315/309/1/012043](https://doi.org/10.1088/1755-1315/309/1/012043)
- Kultys, E., Marcin Andrzej Kurek. 2022. Green Extraction of Carotenoids from Fruit and Vegetable Byproducts: A Review. *Molecules* 2022, 27, 518. <https://doi.org/10.3390/molecules27020518>
- Lara-Abia, S., Lobo-Rodrigo, G., Welte-Chanes, J., Cano, M.P. 2021. Carotenoid and Carotenoid Ester Profile and Their Deposition in Plastids in Fruits of New Papaya (*Carica papaya* L.) Varieties from the Canary Islands. *Foods* 2021, 10, 434. <https://doi.org/10.3390/foods10020434>
- Lara-Abia, S., Jorge Welte-Chanes, M. Pilar Cano. 2021. Effect of High Hydrostatic Pressure on the Extractability and Bioaccessibility of Carotenoids and Their Esters from Papaya (*Carica papaya* L.) and Its Impact on Tissue Microstructure. *Foods* 2021, 10, 2435. <https://doi.org/10.3390/foods10102435>
- Metibemu, D. S., Ifedayo Victor Ogungbe. 2022. Review: Carotenoids in Drug Discovery and Medicine: Pathways and Molecular Targets Implicated in Human Diseases. *Molecules* 2022, 27, 6005. <https://doi.org/10.3390/molecules27186005>
- Paradiso, Vito Michele, Maria Castellino, Massimiliano Renna, Pietro Santamaria, Francesco Caponio. 2020. Setup of an Extraction Method for the Analysis of Carotenoids in Microgreens. *Foods* 2020, 9, 459. doi:10.3390/foods9040459
- Phukasmas, Patsakul., Sirichai Songsermpong. 2019. Instant Rice Process Development: Effect of Rice Cooking Methods on The Quality of Jasmine Instant Rice Dried by Industrial Microwave Oven. *J Microbiol Biotech Food Sci* 2019 : 9 (2) 330-334. doi: 10.15414/jmbfs.2019.9.2.330-334.
- Rini, Rasdiana F Z, Syukri D. 2022. Extraction technique for maximum yield of carotene from crops (carrot). *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 1059 012044. The 4th International Conference on Sustainability Agriculture and Biosystem. doi:10.1088/1755-1315/1059/1/012044
- Saragih, Bernatal., Marwati, Hadi Suprpto, Bernaulus Saragih and Maulida Rachmawati. 2013. Effect of Various Types of Herbs on Sensory Properties and Blood Glucosa Response Adan Instant Black Rice. *Internat. J. of Sci. and Eng., Vol. 5(1)2013:42-48.*
- Schweiggert, R. M., Rachel E. Kopec, Maria G. Villalobos-Gutierrez, Josef Högel, Silvia Quesada, Patricia Esquivel, Steven J. Schwartz, Reinhold Carle. 2014. Carotenoids are more bioavailable from papaya than from tomato and carrot in humans: a randomised cross-over study. *J Nutr.* 2014 February ; 111(3): 490–498. doi:10.1017/S0007114513002596.
- Sharma, Minaxi., Rajeev Bhat. 2021. Extraction of Carotenoids from Pumpkin Peel and Pulp: Comparison between Innovative Green Extraction Technologies (Ultrasonic and Microwave-

Assisted Extractions Using Corn Oil). *Foods* 2021, 10, 787.
<https://doi.org/10.3390/foods10040787>

Shen, Yan Hong., Fei Ying Yang, Bing Guo Lu, Wan Wan Zhao, Tao Jiang, Li Feng, Xiao Jing Chen, Ray Ming. 2019. Exploring the differential mechanisms of carotenoid biosynthesis in the yellow peel and red flesh of papaya. *BMC Genomics* (2019) 20:49.
<https://doi.org/10.1186/s12864-018-5388-0>

Siregar, Tagor Marsillam, Monika Margareta. 2019. Microencapsulation of Carotenoids from Red Melinjo (*Gnetum gnemon* L.) Peels Extract. *J. Phys.: Conf. Ser.* 1351 012031. DOI 10.1088/1742-6596/1351/1/012031. [Journal of Physics: Conference Series, Volume 1351, Universitas Riau International Conference on Science and Environment \(URICSE-2019\) 10 September 2019, Grand Suka Hotel, Pekanbaru, Indonesia](https://doi.org/10.1088/1742-6596/1351/1/012031)

Swamy, B. P. M., Mercy Samia, Raul Boncodin, Severino Marundan, Democrito B. Rebong, Reynante L. Ordonio, Ronalyn T. Miranda, Anna T. O. Rebong, Anielyn Y. Alibuyog, Cheryl C. Adeva, Russell Reinke, and Donald J. MacKenzie. 2019. Compositional Analysis of Genetically Engineered GR2E “Golden Rice” in Comparison to That of Conventional Rice. *J. Agric. Food Chem.* 2019, 67, 7986–799. DOI: 10.1021/acs.jafc.9b01524

Wiboonluk Pungrasmi, Jirapa Intarasoontron, Pitcha Jongvivatsakul, Suched Likitlersuang. 2019. Evaluation of Microencapsulation Techniques for MICP Bacterial Spores Applied in Self-Healing Concrete. *Scientific Reports* (2019) 9:12484. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-49002-6> www.nature.com/scientificreports/.

Zhou, Ziwei, Rebecca Ford, Ido Bar, Chutchamas Kanchana-udomkan. 2021. Review: Papaya (*Carica papaya* L.) Flavour Profiling. *Genes* 2021, 12, 1416.
<https://doi.org/10.3390/genes12091416>